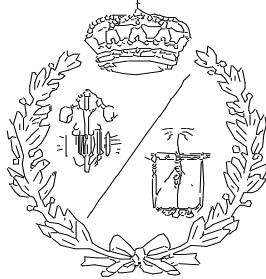


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**DISEÑO DE LA MEJORA DE UNA MÁQUINA
DESMONTADORA DE RUEDAS
SEMIAUTOMÁTICA, ANÁLISIS DE TENSIONES
Y ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO**

**(Semiautomatic tire changer improvement
design, tension analysis and budget estimation)**

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

Autor: Carlos Alberto Duarte Palacio

Septiembre -
2019

Contenido

1	MEMORIA.	4
2	PLANO.	38
3	PLIEGO DE CONDICIONES.	70
4	ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO.	79
5	BIBLIOGRAFÍA.....	82
6	ANEXOS.....	83

1 MEMORIA.

1.1	OBJETIVOS.....	5
1.2	MEDIOS.....	6
1.3	MARCO TEÓRICO.....	7
1.3.1	DESMONTADORA DE RUEDAS.	7
1.3.2	NEUMÁTICA Y SUS ELEMENTOS.	13
1.3.3	SOFTWARE DE DISEÑO (AUTODESK).	17
1.4	DISEÑO.	18
1.4.1	BOCETO.....	18
1.4.2	DISEÑO 3D.....	19
1.4.3	ANÁLISIS DEL DISEÑO.....	28
1.4.4	SISTEMA NEUMÁTICO.....	33

En el proyecto expuesto a continuación se desarrollan ciertos conocimientos de la ingeniería básica como es la cinemática, la dinámica, el diseño y la organización industrial.

En este proyecto se implementa una mejora sobre una desmontadora de ruedas con el objetivo de facilitar el trabajo a los operarios, basándose en una ligera inclinación del eje giratorio sobre el cual se deposita el neumático a desllantar.

Esta mejora no solo implica la inclinación del eje. También será necesario el rediseño del brazo sobre el cual descansa el brazo vertical, en el que reside la mandíbula que ejercerá presión en el neumático para el desllante. Dicho mecanismo debe ser perpendicular en todo momento de trabajo a la cara del neumático.

Este brazo consistirá en un brazo articulado, más concretamente, un brazo industrial neumático, dotando así al brazo, así como a sus articulaciones, el movimiento necesario de entre estos tres tipos: movimiento lineal, movimiento de traslación y movimiento rotacional.

1.1 OBJETIVOS.

El objetivo principal del proyecto consiste en el diseño de una mejora en una desmontadora de ruedas. Esto deriva en dos nuevas metas:

- Diseño de un brazo articulado.
- Nuevo diseño de la carcasa que permita el posicionamiento inclinado del eje del plato.

Estas mejoras deben ser lo más sencillas posibles, consiguiendo de esta manera un resultado más económico y de fácil manejo para el operario que se encontrara trabajando con dicha herramienta.

El objetivo académico presente en este trabajo es el de descubrir y aprender el manejo de programas de diseño de CAD. Entre estos programas destacan INVENTOR, SolidWorks o Catia entre otros. Programa de análisis de elementos finitos como Patran y Nastran o Ansys. Además, está presente el objetivo de ser capaces de desenvolverse en aspectos de organización y búsqueda de vendedores

a los cuales se les solicita el material apropiado para el trabajo y de manera económica.

1.2 MEDIOS.

Para la realización del proyecto se ha requerido una serie de herramientas que se mencionan a continuación:

- Autodesk. Se empleó una versión estudiante 2020.
- Bibliografía amplia tanto de información general de conocimientos en ámbitos de la ingeniería como pueden ser el modelo de elementos finitos o aspectos básicos de la neumática. Así como catálogos ofrecidos por los diferentes fabricantes.
- Microsoft Word para la realización de la memoria.
- SMCPneuDraw. Un software ofrecido por la empresa proveedora de accionamientos neumáticos SMC para el diseño de circuitos neumáticos.
- Software MSC, con la versión estudiante de Patran y Nastran para el análisis de elementos finitos.

1.3 MARCO TEÓRICO.

A continuación, se exponen todas aquellas ideas y conceptos que deben estar presentes a la hora de la realización del proyecto. Todos ellos conforman el marco general sobre el cual se basará el diseño de nuestra mejora.

1.3.1 DESMONTADORA DE RUEDAS.

Las desmontadoras de ruedas son una herramienta presente en todos los talleres mecánicos en los cuales los clientes se vean beneficiados del servicio de cambio de neumáticos para su automóvil. El propietario de uno de estos talleres se ve en la necesidad de adquirir una de estas máquinas para satisfacer a su cliente, pero para ello tendrá que escoger la más adecuada a sus necesidades:

TIPOS DE DESMONTADORA DE RUEDAS.

- Desmontadora de ruedas manuales.

Son el tipo de desmontadora más sencillo posible. Su uso ya no está tan extendido como al comienzo de esta herramienta. Sin embargo, aún se pueden encontrar realizando su labor en lugares donde no hay la posibilidad de conectarse a un compresor de aire o a una fuente de energía.

Poseen la ventaja de ser las más económicas, pero la escasa facilidad a la hora de trabajar con ella, sobre todo en neumáticos de grandes dimensiones, han terminado con este tipo de desmontadora apartada y empleada en casos excepcionales.



Figura 1.3.1.1 desmontadora de ruedas manual¹

¹ <https://www.manomano.es/p/desmontadora-manual-de-neumaticos-hasta-21-pulgadas-varan-motors-1224458>

- Desmontadora de ruedas automáticas.

Son las más empleadas en la actualidad debido a su relación precio – eficiencia en el trabajo. Estas máquinas requieren de dos sistemas básicos para su funcionamiento: El primero es una fuente de energía que permita el funcionamiento de los elementos eléctricos, como es el caso de los motores.

El segundo es un compresor de aire para poder manipular los elementos neumáticos presentes en la herramienta, como cilindros.

Su uso es relativamente sencillo, aún que dependerá de la inversión que haga el comprador ya que los fabricantes ofrecen complementos a parte que se pueden incorporar en la herramienta básica automática. Estos complementos facilitan el trabajo, tanto en esfuerzo como en eficiencia.



Figura 1.3.1.2 Desmontadora de Ruedas Semiautomática²



Figura 1.3.1.3 Desmontadora de Ruedas semiautomática con brazo de giro lateral



Figura 1.3.1.4 Desmontadora de Ruedas semiautomática con brazo basculante

² Figura 1.3.1.2; Figura 1.3.1.3; Figura 1.3.1.4: <https://www.twinbusch.es> en su catálogo de productos id=12 id=130 id=16

MARCAS FABRICANTES.

Entre las marcas podemos encontrar fabricantes especializados a dichas herramientas relacionadas con la automoción, en las que se incluyen las desmontadoras de ruedas o las equilibradoras. Estos fabricantes son Twin Busch y Hofmann Megaplan.

También podemos encontrar fabricantes con un amplio recorrido sobre cualquier herramienta ligada a la construcción o a cualquier tipo de taller. En este caso nos encontraremos con el fabricante Bosch.



Figura 1.3.1.5 Logotipo Twin Busch



Figura 1.3.1.6 Logotipo Hofmann Megaplan



Figura 1.3.1.7 Logotipo Bosch³

³ Figura 1.3.1.5; <https://www.twinbusch.es/>

Figura 1.3.1.6; <https://iberisasl.com/project/hofmann-megaplan-alineadoras-de-direccion-equilibradoras-desmontadoras/>

Figura 1.3.1.7; <https://www.grupo-bosch.es/>

MANUAL DE USO DE UNA DESMONTADORA DE RUEDAS.

La forma de uso de dicha herramienta hace referencia a la desmontadora de ruedas del fabricante Twin Busch, pero debido a la normalización de estas podemos atender a dicha normativa con carácter general.

Referente a las normas de seguridad, cabe destacar que la herramienta solo puede ser manipulada por un profesional cualificado para la realización del oficio y con un equipamiento de seguridad adecuado. Entre este equipamiento destacamos protección visual (gafas de seguridad), protección auditiva (tapones para los oídos) y otros elementos como guantes y ropa adecuada.

En el catálogo además podemos encontrar una serie de advertencias:

- No poner las manos debajo del cabezal de montaje durante la operación.
- No poner las manos entre las mandíbulas durante la operación.
- No poner las manos en el talón neumático durante el desmontaje.
- Cerciorarse de que el sistema se encuentre adecuadamente conectado a tierra.
- Respetar una distancia de seguridad durante la operación.
- Atender a cuestiones como que las dimensiones de las llantas se correspondan con el neumático y la presión de dichos neumáticos sea la establecida por el fabricante.

Existen también unas normas de seguridad en cuanto a la ubicación del centro de trabajo, zona la cual debe estar seca y con el suelo nivelado. El espacio mínimo que requiere se muestra en la siguiente figura (Figura 1.3.1.8):

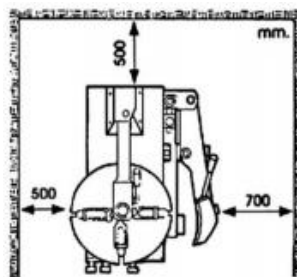


Figura 1.3.1.8 Posicionamiento de Desmontadora de Ruedas semiautomática⁴

⁴ Figura 1.3.1.8 Catálogo: Twin Busch TW X-610 Basic Line Reifenmontagemachine.

La siguiente imagen muestra las distintas partes que componen una desmontadora de ruedas:

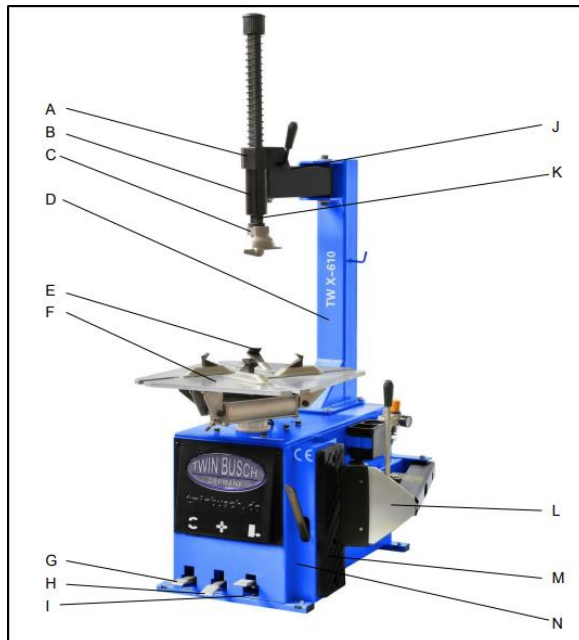


Figura 1.3.1.9 Desmontadora de Ruedas semiautomática. Partes

A	Montaje ajuste del brazo	H	Pedal mandíbula
B	Brazo giratorio	I	Pedal encendido
C	Cabeza montaje	J	Manija bloqueo
D	Pilar	K	Brazo vertical
E	Mandíbula	L	Destalonador
F	Pinzas sujecc.	M	Almohadilla goma
G	Pedal de giro	N	Bandeja

Tabla 1.3.1.1 Partes de una Desmontadora de Ruedas semiautomática

A continuación, repasaremos el proceso de instalación de la herramienta. Una vez desembalada y ensamblada los pasos a seguir son los siguientes:

- Presionar el pedal para evitar que las pestañas de la plataforma giratoria sobre la que se deposita el neumático no se muevan inesperadamente y puedan provocar lesiones.
- Conectar la herramienta a un sistema de aire comprimido con una manguera de diámetro interior entre 7 y 8 mm. La presión de aire recomendada varía entre los 8 y 10 bar. En ningún caso puede superar dicha presión a riesgo de perder la garantía del fabricante.
- Para la conexión eléctrica se debe comprobar que la conexión a tierra sea correcta. La alimentación debe de ser de 400 V y 16 A.

Antes de comenzar la operación de trabajo debemos comprobar el correcto funcionamiento de la herramienta. Presionamos el pedal que hace girar la plataforma

provocando su giro primero hacia un sentido y posteriormente al otro. A continuación, presionamos el pedal que abre y cierra las pestañas de dicha plataforma, con las cuales acomodaremos el neumático según sus características dimensionales.

Los pasos a seguir en la operación que se realiza con la desmontadora de ruedas son los siguientes:

- Desmontaje del talón neumático.
- Desmontaje del neumático.
- Montaje del neumático.

Debemos cerciorarnos al inicio de las operaciones de que el aire del neumático se encuentre totalmente drenado.

Una vez vaciado el aire del neumático lo situamos contra los amortiguadores de caucho que se encuentran junto al talón, a 10 cm del borde.

Presionamos el pedal de empuje del talón para liberar el neumático (Figura 1.3.1.10). Este procedimiento puede requerir de algunas repeticiones alrededor del neumático y por ambos lados hasta que el este se encuentre completamente liberado.

Una vez liberado se quitan los pesos de la llanta y se lubrica el talón del neumático y la llanta. Colocamos el neumático sobre la plataforma giratoria activando el pedal que modifica la posición de las mordazas, con la que sujetaremos la rueda, hasta la posición deseada. El neumático debe presentarse totalmente centrado en el disco giratorio antes de comenzar con el desllantado (Figura 1.3.1.11).

Con el cabezal de montaje lo más perpendicular posible, podemos dar comienzo a la acción de desmontaje. Esta es una operación de especial cuidado pues el operador debe evitar en todo momento un daño en la llanta, problema que puede ser muy habitual si no se realiza el correcto uso de la herramienta ya que a la vez que se emplea el cabeza de desmontaje la rueda también está girando. Esta operación se realiza por ambos lados del neumático.

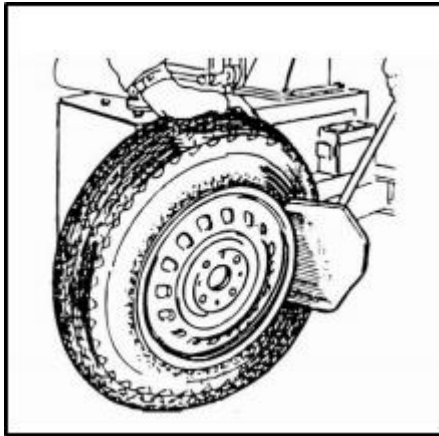


Figura 1.3.1.10 Destalonado de Neumático⁵

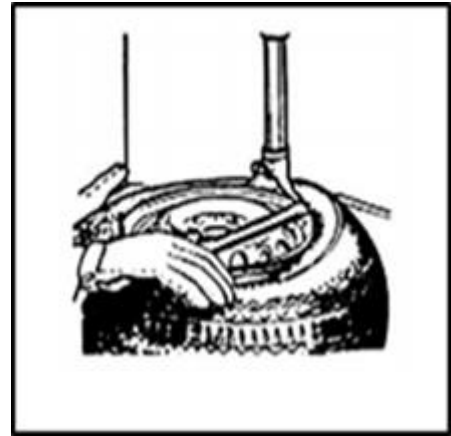


Figura 1.3.1.11 Desllantado de Neumático

Una vez finalizada la operación de desmontaje y montaje, se debe inflar nuevamente el neumático en base a sus especificaciones. Es muy importante seguir las instrucciones puesto que se pueden presentar varios problemas como la explosión del mismo. Para inflar el neumático se retira el tapón de la válvula de inflado y con la manguera se infla hasta que esté en las condiciones adecuadas. Es importante tomar una serie de prevenciones durante este proceso como llenarlos lentamente y tomar pequeños descansos para permitir que el neumático se siente.

A la hora del mantenimiento de la máquina es importante desconectar tanto de la corriente como del suministro de aire comprimido. Así como la sustracción del aceite y del agua de la unidad cuando van a producirse largos periodos de desuso.

1.3.2 NEUMÁTICA Y SUS ELEMENTOS.

A la hora de diseñar el brazo articulado se tomó la decisión de regular dicho brazo a través de cilindros neumáticos. Estos elementos son muy utilizados en la automatización debido a su sencillez y a su bajo coste en comparación con otras alternativas. Y a pesar de que su uso es relativamente reciente este método se ha ido implantando poco a poco, desarrollando su tecnología y abarcando un campo de utilización más amplio. Algunas de las aplicaciones en las que podemos encontrar la neumática como ejecutora son robots industriales, embaladoras, prensas para madera y una cantidad enorme que resultaría muy pesado citar en este proyecto.

⁵ *Figura 1.3.1.10 y Figura 1.3.1.11* Catálogo: Twin Busch TW X-610 Basic Line Reifenmontagemachine.

Ahora bien, nuestro diseño atiende a una de estas aplicaciones como es la de robots industriales. Dicha aplicación basa el movimiento de sus elementos (movimientos de elevación y descenso) en medios neumáticos. La idea principal es multiplicar el esfuerzo en el cilindro neumático para aumentar la carrera del vástago de dicho cilindro. También puede realizarse la operación inversa, reducir el esfuerzo y con ello la carrera. Lo importante de este aspecto es que modificando el esfuerzo al que se ve sometido el cilindro podemos modificar la carrera del vástago que va unido a él y como consecuencia conseguiremos una modificación de la posición en la que se encuentra nuestro brazo.

El motivo principal en el cual se basa el diseño para la implantación de un sistema de transmisión neumático es principalmente el económico puesto que los componentes neumáticos son más baratos. A pesar de ello cuenta con otras ventajas que también favorecerán al diseño como puede ser una mayor rapidez en los movimientos, son de menor peso y volumen y su instalación es sencilla así, como su mantenimiento.

SIMBOLOGÍA

Existen una serie de símbolos normalizados para la representación de los circuitos neumáticos y que es apropiado conocer previo al diseño del esquema del circuito. A pesar de la existencia de estos símbolos se puede dar el caso de su no utilización a interés del diseñador especializado, debido a la gran variedad de máquinas en las que podemos encontrar dicho sistema. Sin embargo, en este proyecto se seguirán las pautas normalizadas.

A continuación, mostramos los símbolos más destacados a partir del fabricante de componentes neumáticos SMC:

Símbolos neumáticos DIN ISO1219-1, 03/96. Símbolos gráficos para equipos neumáticos.			
Volumen 2		Volumen 1	
Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Cilindro de efecto simple, vástago simple, carrera de retroceso por fuerza externa		Cilindro de efecto simple, vástago simple, carrera por resorte, carrera de retroceso por presión de aire
	Cilindro de doble efecto, vástago simple		Cilindro de efecto simple, vástago simple antiguo, carrera por resorte, carrera de retroceso por presión de aire
	Cilindro de doble efecto, vástago simple antiguo		Cilindro de doble efecto, con amortiguación ajustable en ambos extremos, vástago simple
	Cilindro de doble efecto, vástago simple		Cilindro de doble efecto, con amortiguación ajustable en ambos extremos, vástago doble
	Doble efecto cilindro hidroneumático, vástago simple		Cilindro sin vástago de anclaje magnético
	Cilindro de doble efecto, doble vástago		Cilindro de doble efecto, vástago simple, con regulador de caudal integrado
	Cilindro de doble efecto, con vástago antiguo en ambos extremos		Cilindro de doble efecto, vástago simple, con regulador de caudal integrado
	Doble efecto cilindro hidroneumático, con doble vástago		Cilindro con lectura de carrera, vástago simple
	Cilindro de efecto simple, vástago simple, carrera de retroceso por resorte		Cilindro con lectura de carrera, con freno vástago simple
	Cilindro de efecto simple, vástago simple antiguo, carrera de retroceso por resorte		Cilindro de doble efecto, con bloqueo, vástago simple

Figura 1.3.2.1 Símbolos neumáticos vol.2.⁶

Símbolos neumáticos DIN ISO1219-1, 03/96. Símbolos gráficos para equipos neumáticos.			
Volumen 1		Volumen 2	
Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Válvula de control direccional Válvula de dos vías, cerrada posición normal		Válvula de control direccional Válvula de 5 vías, escape posición neutra
	Válvula de control direccional Válvula de dos vías, abierta posición normal		Válvula de control direccional Válvula de 5 vías, abierta posición neutra
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, cerrada posición normal		Control manual general
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, abierta posición normal		Palanca control manual
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, cerrada posición normal		Pulsador control manual
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, abierta posición normal		Muelle control manual
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, cerrada posición normal		Rulillo de control manual
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, abierta posición normal		Electroválvula con una bobina
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, cerrada posición normal		Control combinado por electroválvula y válvula de pilotaje
	Válvula de control direccional Válvula de 4 vías, cerrada posición neutra		Selector
	Válvula de control direccional Válvula de 4 vías, abierta posición neutra		Relé electropneumático
	Válvula de control direccional Válvula de 4 vías, cerrada posición neutra		Indicador neumático
	Válvula de control direccional Válvula de 4 vías, abierta posición neutra		Silenciador
	Válvula de control direccional Válvula de 5 vías, cerrada posición neutra		Control de presión
	Válvula de control direccional Válvula de 5 vías, abierta posición neutra		Componente mecánico bloqueado

Figura 1.3.2.2 Símbolos neumáticos vol.1.

CILINDROS NEUMÁTICOS.

“Los cilindros son componentes neumáticos que, mediante el uso de aire comprimido, generan un movimiento rectilíneo de avance y retroceso de un mecanismo.”⁷

Existen dos tipos de cilindros utilizados en la neumática como son los cilindros de simple efecto y los de doble efecto. El funcionamiento de un cilindro consta de los siguientes pasos: La entrada de aire comprimido en la cámara trasera provocando el avance del vástago. Esto solo se produce si el aire situado en la cámara delantera del cilindro puede ser desalojado a través de una apertura, de salida en este caso. Si el proceso es el inverso, se llena la cámara delantera y es el aire comprimido de la trasera el que se expulsa al exterior, conseguiríamos el resultado contrario, es decir, el retroceso del vástago.

⁶ Figura 1.3.2.1 y Figura 1.3.2.2 Catálogo: Catálogo SMC European Bes Pneumatics 2.

⁷ “Neumática”. Serrano Nicolás, Antonio. Editorial: Paraninfo,1996.

A parte de la clasificación según su funcionalidad existe una por su tamaño. En este proyecto se tendrán en cuenta dos tipos de cilindro neumático: cilindros básicos, los cuales tienen un tamaño estándar no muy grande y lo suficientemente compacto y los cilindros compactos, que ven reducido su tamaño para poder instalarles en zonas donde se requiera de componentes más pequeños y no requieran una fuerza extremadamente exigente como para que no pueda ser realizado por uno de estos cilindros.

Por último, destacar la fuerza ejercida por los cilindros, una variable muy importante en la hora de diseñar la herramienta. Esto se debe a que la fuerza mínima que nos exija el diseño influye considerablemente en la elección del cilindro.



Figura 1.3.2.3 Cilindro neumático de doble acción⁸

La ecuación que nos ofrece el valor de la fuerza ejercida por el cilindro es la siguiente:

$$\text{Fuerza cilindro} = \text{Superficie útil del cilindro} \times \text{Presión de aire}$$

⁸ Figura 1.3.2.3 <https://es.rs-online.com/web/p/actuadores-redondos-neumaticos/1214745/>

1.3.3 SOFTWARE DE DISEÑO (AUTODESK).

AUTOCAD.

AutoCAD es básicamente un software de ayuda en el diseño perteneciente al grupo Autodesk.

Este programa permite el diseño en 2D, aún que también permite diseño en 3D, pero en nuestro caso descartaremos esa opción pues utilizaremos otro software más intuitivo para dicha labor.

Su uso en este proyecto se ha centrado en el diseño de bocetos con la finalidad de obtener una base sobre la que posteriormente comenzar el diseño en 3D. Esta base contara con las acotaciones que representan las medidas principales de nuestro diseño, y de esta manera, que dicho diseño en 3D sea capaz de cumplir los requisitos de nuestra máquina.

INVENTOR.

Inventor es otro programa de diseño perteneciente al grupo Autodesk. Su principal ventaja es la posibilidad de trabajar con ensamblajes, es decir, el conjunto completo de nuestra máquina.

Además de permitir el ensamblaje de cada una de las piezas que se diseñan, permite una simulación del mismo, facilitando una mejor visión del funcionamiento de la herramienta y comprobar de cierta manera los posibles fallos que se puedan dar.

Otra de las características es el amplio catálogo de contenido, como pernos, engranajes, roscas, etc. que facilitan el diseño y agilizan el proceso.

Por último, entre las ventajas que se han tenido en cuenta para la selección de este software, aparte de que es el utilizado durante el grado, es la posibilidad de realizar un análisis de tensiones con el que podemos determinar si nuestro diseño resiste las fuerzas a las que se someterá y poder validarlo sin necesidad de importarlo a otro tipo de programa.

1.4 DISEÑO.

Ya realizada una presentación de los conocimientos teóricos que se deben tener en cuenta a la hora de la realización del diseño se puede dar inicio al proyecto.

1.4.1 BOCETO.

El primer paso es realizar un boceto, una idea principal sobre la que basaremos nuestro diseño. Este boceto le realizaremos en 2D con la ayuda de AutoCAD.

No tiene por qué realizarse un boceto perfecto, si no una idea sobre la cual se pueda trabajar más adelante, en la que se encuentren las ideas básicas de nuestra herramienta, como la altura deseada del brazo y de la base, las longitudes de los brazos que colocaran el punzón de desllante y que dicho punzón se pueda colocar en una posición que permita realizar su función de una manera perpendicular.

El boceto final según el cual se ha trabajado es el siguiente:

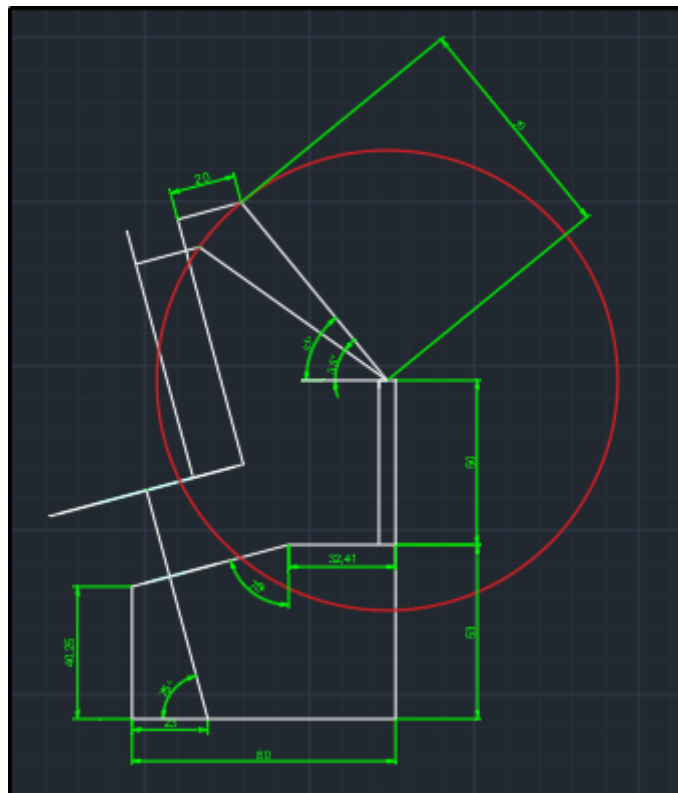


Figura 1.4.1.1 Boceto de diseño

1.4.2 DISEÑO 3D.

Una vez tenemos el boceto en 2D se dispone al diseño en 3D con la ayuda de Inventor. Es importante realizar todas y cada una de las piezas por separado, así como las normalizadas.

Posteriormente se unirán todas las piezas en un ensamblaje a partir de las restricciones que permite realizar el programa. Las restricciones que más se emplean son las de alineaciones de caras y la alineación de ejes de tal manera que todas las piezas estén perfectamente colocadas y que la disposición entre ellas no dé lugar a errores. Un ejemplo de esto es que dos agujeros de piezas distintas tengan alineado el eje, puesto que por dicho eje ha de pasar una pieza o bulón para la fijación entre las piezas principales.

Otra de las restricciones importantes son las de movimiento. Las restricciones de movimiento permiten colocar la pieza y evitar que su movimiento, por ejemplo, el giro de un brazo no exceda los límites marcados que serían físicamente imposibles.

Aun que para el diseño no es importante dichas restricciones de movimiento, ya que en la vida real es imposible que dos piezas solidas se superpongan, es conveniente tenerla para una posible simulación del funcionamiento de la herramienta.

El diseño de la herramienta se ha basado en una serie de modificaciones a partir de una máquina ya existente. Estas modificaciones se centran en el nuevo brazo, un brazo articulado que se moverá con la ayuda de cilindros neumáticos. La otra modificación es la de la base de la herramienta, la cual es una especie de coraza en la que se encuentran los elementos como el eje rotativo del plato, el motor, los pedales que activan los sistemas neumáticos y su unidad de mantenimiento correspondiente.

Los planos con las acotaciones y los despieces se encuentran al final del proyecto. Las descripciones de los pasos a continuación van acompañadas de imágenes directas del software de diseño para su entendimiento.

Comenzaremos con el diseño de la base. La parte trasera no requiere de ningún tipo de modificación puesto que sobre ella no se realizarán las actualizaciones. Las paredes laterales por su parte si tienen un nuevo diseño basado en una inclinación del motor y del eje rotativo del plato, con una serie de nuevos amarres que lo posibiliten.

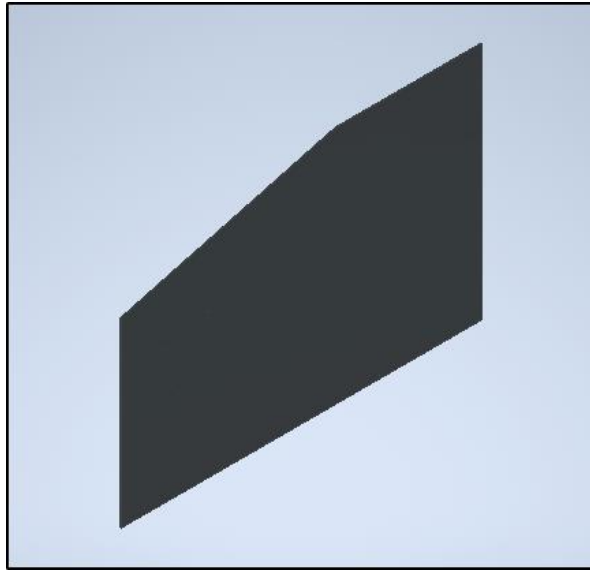


Figura 1.3.2.1 Lateral Cabina base

La tapa superior de la base (Figura 1.4.2.2) y la frontal (Figura 1.4.2.3) son las que más importancia presentan en sus modificaciones ya que, la frontal debe verse acortada y la superior tendrá ahora una inclinación para que se pueda situar el eje de manera perpendicular a la chapa y que dicha parte inclinada sea lo suficientemente espaciosa para que la carcasa que envuelve al eje rotativo del plato sea capaz de unirse con las demás partes de la cabina. Cabe destacar en la placa frontal una serie de huecos para la salida de los pedales y un protector de dichos pedales soldados, además sobre este protector se colocaría la información de cada pedal.

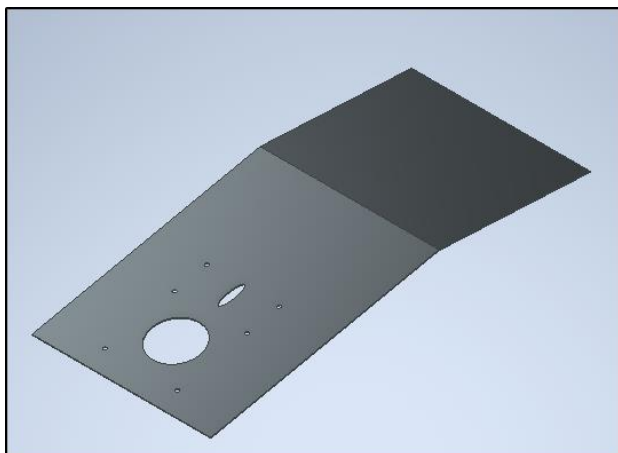


Figura 1.4.2.2 Superior de base.

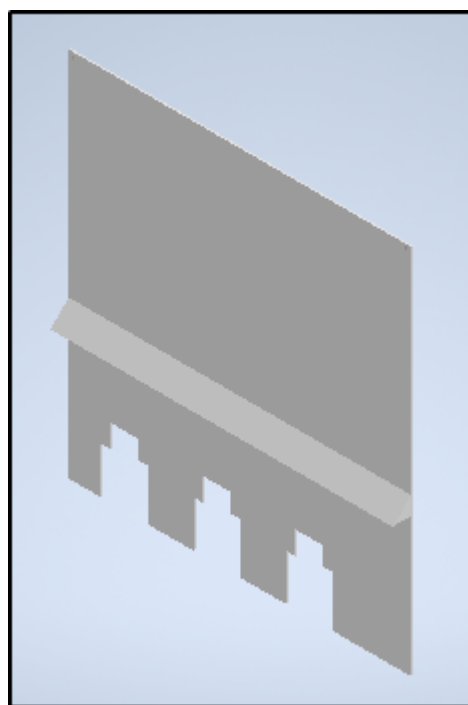


Figura 1.4.2.3 Frontal base y protege pedales.

Una vez tenemos todas estas piezas diseñadas las se introducen en el ensamblaje quedando el siguiente diseño (figura 1.4.2.4). La unión real de estas piezas será mediante soldadura en arco con 3 mm de garganta. Dicha soldadura soportara con creces la que sufre esta parte de la herramienta:

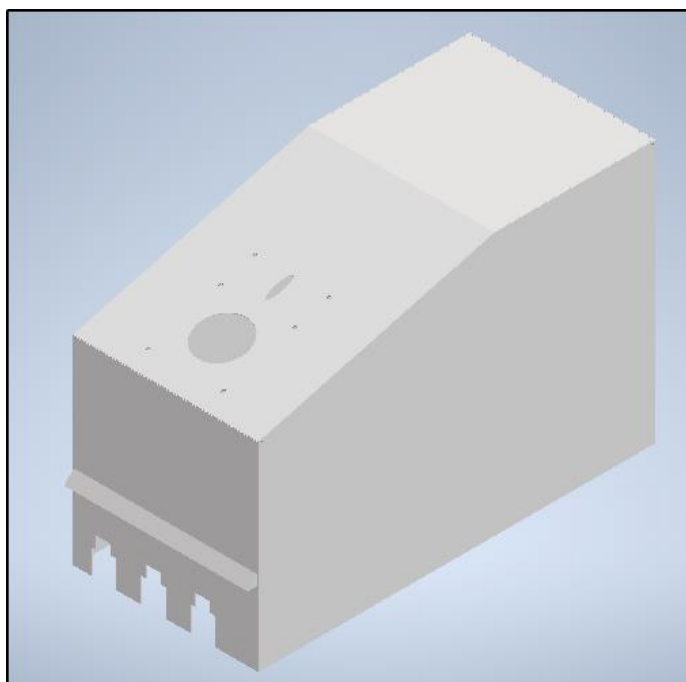
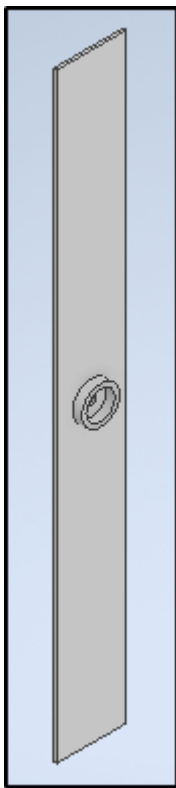


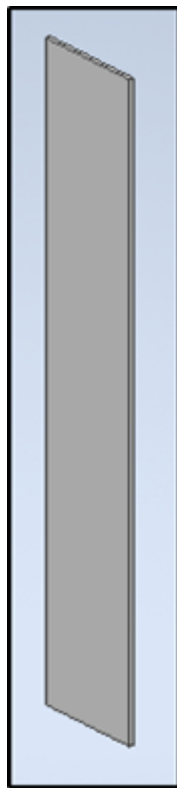
Figura 1.4.2.4 Ensamblaje de la base

A continuación, se da paso al diseño del brazo.

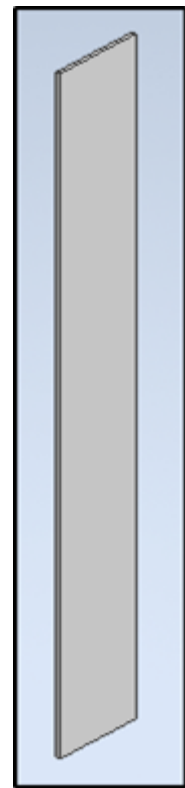
Lo primero es diseñar el pivote sobre el cual se coloca el brazo articulado. El pivote va soldado a una plaquita que se amarra con la ayuda de tornillos a la placa superior de la carcasa. El pivote está conformado por cuatro caras dos laterales una de ellas con un pequeño saliente donde acogerá un cojinete (Figura 1.4.2.5) y al cual se amarrará el cilindro y otras dos, trasera y frontal, idénticas entre sí (Figura 1.4.2.6) y soldadas, como antes, mediante soldadura de arco con 3 mm garganta, para la fijación entre ambas.



*Figura 1.4.2.5 Lateral
Pie con sujeción*



*Figura 1.4.2.6
Frontal pie*



*Figura 1.4.2.7
Lateral Pie*

En el tope del pivote colocaremos una placa como cierre (Figura 1.4.2.8), pues dicho pivote estará hueco en su interior. Sobre la chapa superior colocaremos una nueva pieza que posee un agujero (Figura 1.4.2.10). Por este agujero se colocará un eje que lo unirá con el brazo que veremos más adelante.

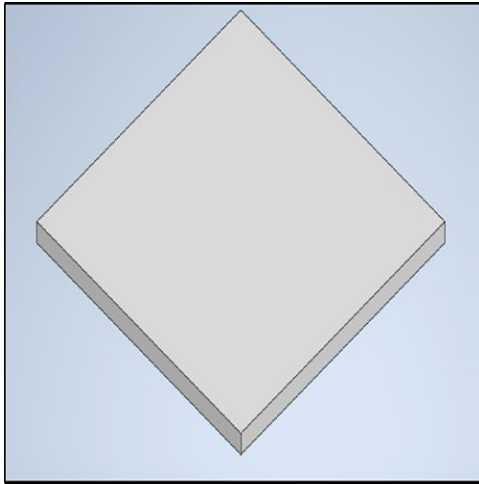


Figura 1.4.2.8 Tope superior del pie

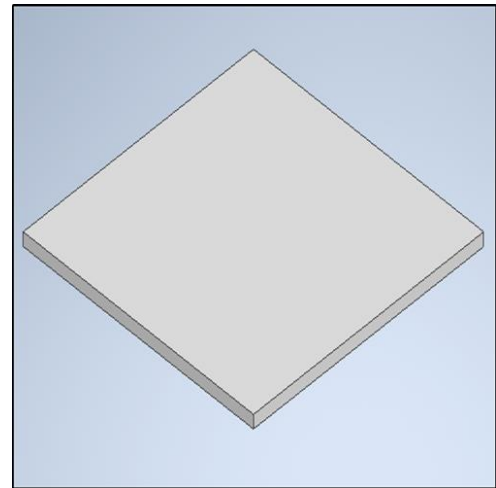


Figura 1.4.2.9 Bases

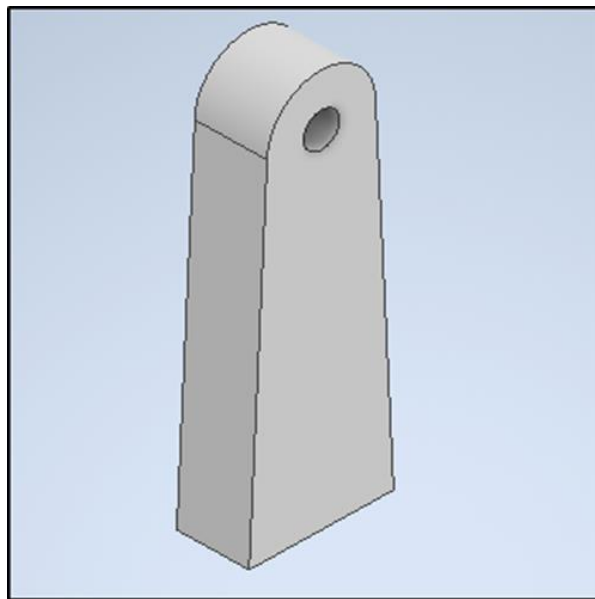


Figura 1.4.2.10 Apoyo de Brazo Principal

Una vez tenemos todas las piezas diseñadas procederemos a su ensamblaje, el conjunto se representa a continuación:

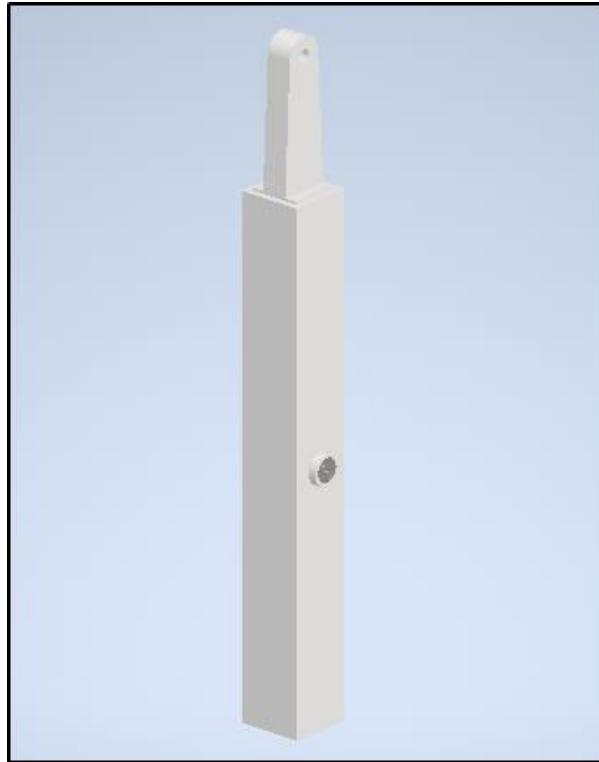


Figura 1.4.2.11 Ensamblaje del pie

Como en los casos anteriores de uniones se hacen bajo la norma general, una soldadura en arco, la cual es suficiente para resistir los esfuerzos.

Por último, queda el diseño del sistema multicuerpo, es decir del brazo articulado. Primero diseñamos el brazo principal, el cual ira unido al pivote sobre el agujero central, en el que también hay rodamientos. Es el que tiene una mayor dimensión. Este contará con un par de agujeros adicionales, uno para unir el cilindro del pivote con el brazo, el cual le proporcionará el movimiento semiautomático y el otro que unirá este brazo principal con el secundario.

Además, lleva incorporado, como en la parte trasera del pivote, un soporte (Figura 1.4.2.12) para poder colocar el cilindro que permite el movimiento del segundo brazo.

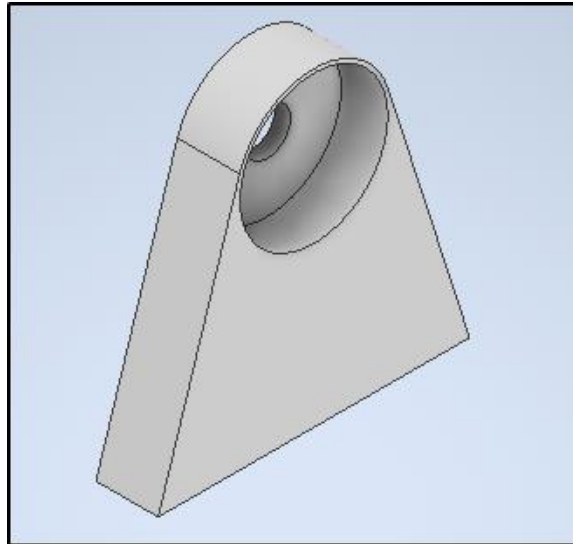


Figura 1.4.2.12 Soporte apoyo Cilindro

Es importante que haya unas zonas de corte en los extremos del brazo para que este pueda tener un movimiento de giro sin golpear con otras partes de la herramienta.

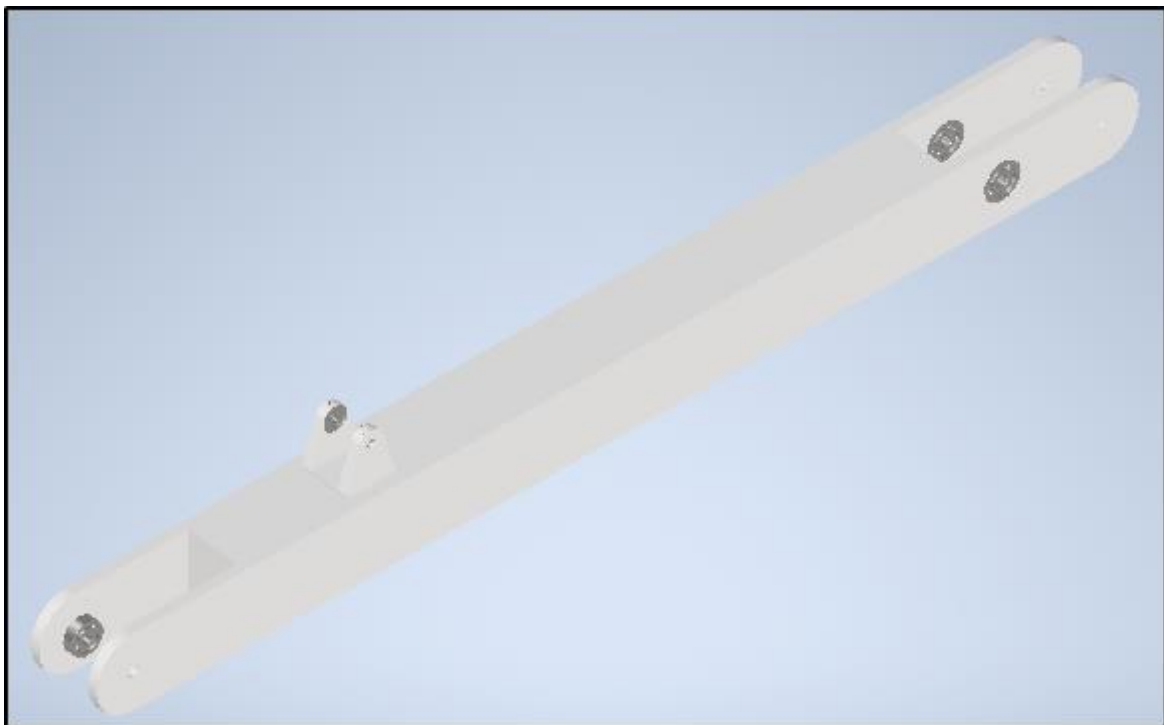


Figura 1.4.2.13 Brazo Principal

Por último, queda el diseño del brazo secundario (Figura 1.4.2.15), más pequeño que el anterior. En uno de los extremos ira situado uno agujeros sobre el cual colocamos

un par de rodamientos y que atravesara un eje para ensamblarlo con el brazo principal para que su movimiento de giro respecto a este sea posible. Como ocurre anteriormente debe haber un corte que posibilite dicho giro sin que se produzca ninguna colisión.

Sobre el brazo se coloca nuevamente un soporte para poder colocar el cilindro que le proporcionara el movimiento semiautomático deseado (Figura 1.4.2.14).

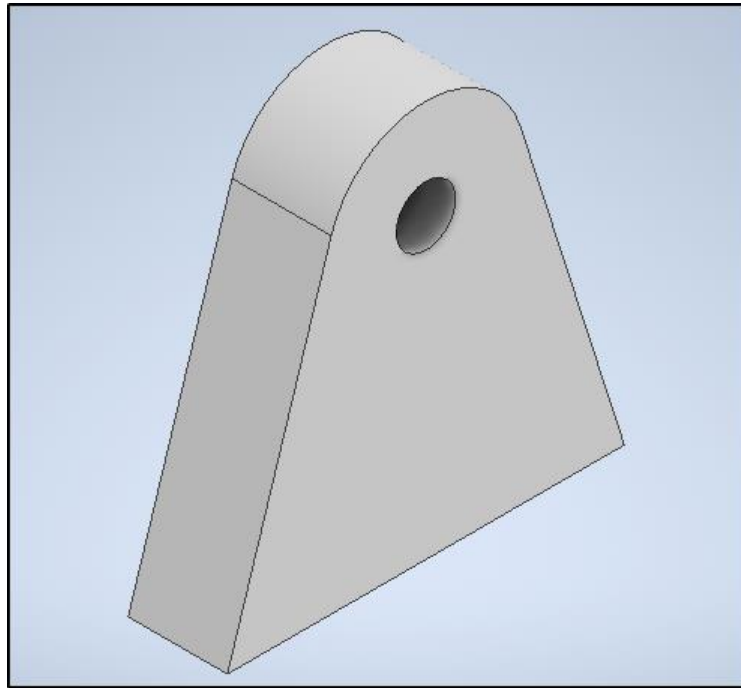


Figura 1.4.2.14 Apoyo vástago del cilindro

En el otro extremo de este brazo se debe diseñar el paso del punzón de desllante el cual tiene forma hexagonal.

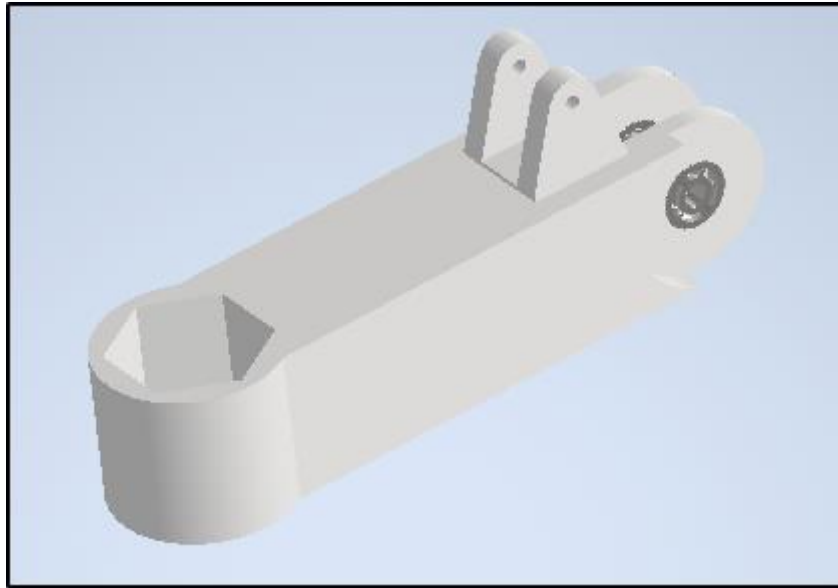


Figura 1.4.2.15 Brazo Secundario

A continuación, se realiza el ensamblaje completo del brazo articulado con el pivote y por último el ensamblaje completo, en el cual aparecen los cilindros, los rodamientos y los cojinetes de cabeza de biela. Todos ellos no son necesarios diseñar pues son normalizados y sus steps provienen del proveedor.

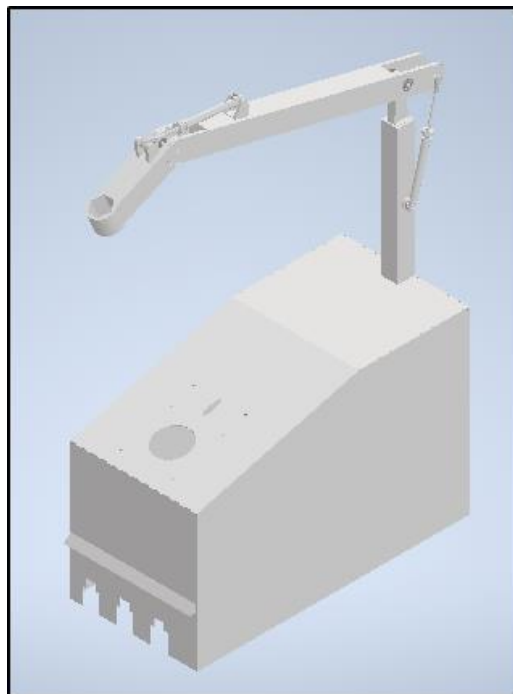


Figura 1.4.2.16 Ensamblaje Desmontadora de Ruedas

Este ensamblaje corresponde con el diseño de todas nuestras modificaciones, pero hay más piezas en nuestra herramienta. Estas piezas provienen del diseño original de la máquina y cuyos planos de despiece ya están realizados y que se verán junto a los planos al final del proyecto.

Como se ha mencionado durante la descripción del diseño, se han utilizado una serie de elementos comerciales que ya venían diseñados por el proveedor. Estos elementos son un par de cilindros neumáticos y los cojinetes de cabeza para la transmisión de movimiento junto con los rodamientos sobre los ejes.

1.4.3 ANÁLISIS DEL DISEÑO.

Una vez finalizado el diseño en 3D y realizado el ensamblaje final, se dispone a realizar un análisis de tensiones con el mismo software de diseño, MSCsoftware que incluye Patran y Nastran. Este análisis nos permitirá observar la viabilidad del diseño, es decir, si es capaz de resistir de manera adecuado los esfuerzos a los que se somete a la herramienta.

Para ello debemos tener en cuenta las fuerzas que actúan. Según el catálogo de la máquina que se ha utilizado como base para el diseño, el punzón de desllante tiene atribuido una fuerza máxima de 2500 Kg. Esta será la fuerza que se usará como referencia pues esta parte de la máquina no se ha visto modificada. Además, debemos tener en cuenta en los apoyos la fuerza que ejerce el cilindro, en este caso también emplearemos la fuerza máxima, para aplicar al análisis un carácter crítico.

A parte de las fuerzas que se ejerce en estos puntos es necesario tener en cuenta el peso de la herramienta. Para ello se debe introducir en las propiedades isoentrópicas del software el valor de la densidad del material en las unidades adecuadas. La selección de material transcende a una gran importancia pues debe cumplir una serie de objetivos para que la maquina no vea imposibilitado su funcionamiento. Esta serie de especificaciones no van solo a las propiedades mecánicas de ese material sino también a las económicas. Por tanto, se debe seleccionar un material capaz de resistir esta serie de esfuerzos a los que se verá sometida la herramienta y a su vez ser los más económico posible. Descartando en primera instancia el aluminio en cualquier parte debido a su escasa resistencia y el acero debido a su precio claramente superior respecto al material que escogemos.

Para el siguiente proyecto y material que se va a insertar en el diseño es el Hierro fundido, material que generalmente se usa en las herramientas dentro de un taller mecánico debido a su resistencia y su precio. Otras de las cualidades que ofrece el hierro fundido y que hace que se seleccione como material es la cualidad de permitir la soldadura y su alta resistencia a la compresión. El hierro fundido escogido es: hierro dúctil 120-90-02 con un tratamiento de revenido y templado. El límite elástico es de 965 MPa y su precio ronda 4.03 €/Kg.

Sin embargo, para los cilindros debemos tomar el material de fabricación que es el acero inoxidable. El acero escogido es: Acero inoxidable AISI 304, cuyo límite elástico es de 1276 MPa con un tratamiento de laminado en frío. Su precio es de 5.97 €/Kg.

Con dichas fuerzas realizamos el análisis, estas son las fuerzas máximas por lo que los resultados obtenidos serán las tensiones máximas que se den en ese momento.

Para comenzar el análisis se debe empezar con el mallado del ensamblaje. La malla debe ser lo más regular posible y con los nodos coincidentes en las aristas. Este mallado debe ser adecuado, con el número de elementos adecuado para estudiar con precisión los valores de tensiones en las zonas más conflictivas, es decir, la densidad de mallado será mayor en dichas zonas.

Para el estudio de tensiones se dividirá el diseño por partes, por un lado, tenemos la cabina y el pie, y por otro lado los brazos aislados, como cuerpo libre.

En la figura (1.4.3.1) se puede observar el diseño de la herramienta con la representación de la fuerza y la del propio peso, que está indicada con la vertical, en patran esta se aplica con una carga inercial y la aplica en el centro de gravedad de la herramienta.

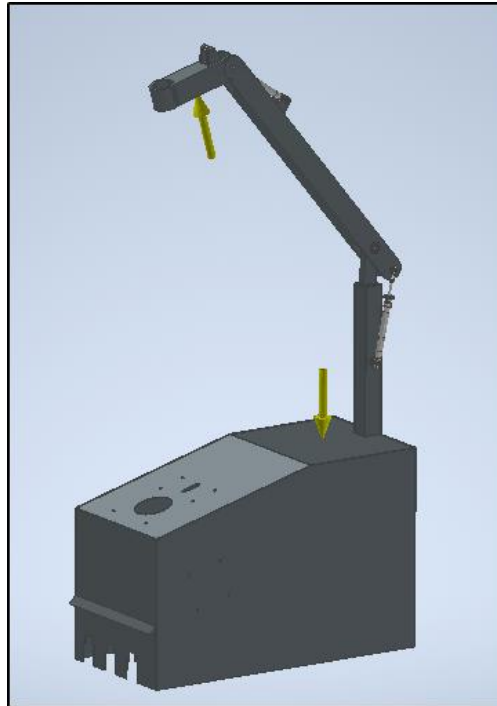


Figura 1.4.3.1 Esquema de la máquina con la representación de cargas

Para hacer un estudio general hacemos un análisis previo utilizando superficies y elementos barra con una forma semejante a la del brazo (un prisma rectangular).

El resultado del análisis corresponde con la figura (1.4.3.2). En dicho análisis se han establecido unas condiciones de desplazamiento sobre la cabina, la fuerza del punzón y la del propio peso de la herramienta. Estos primeros resultados son muy poco precisos, pero nos ofrecen una idea de cómo podría ser el comportamiento. Se observa que la tensión no sobrepasa el límite elástico del hierro dúctil.

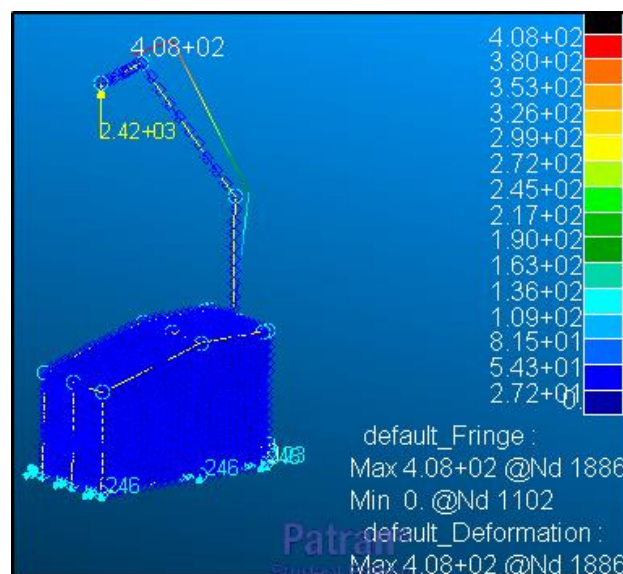


Figura 1.4.3.2 Análisis de tensiones inicial

Para obtener un resultado más específico en los detalles de interés hacemos una reducción del diseño. En la figura (1.4.3.3) se ve el análisis de la cabina únicamente con el pie. En este análisis se han trasladado las fuerzas a la parte superior del pie, donde se apoyará el brazo principal.

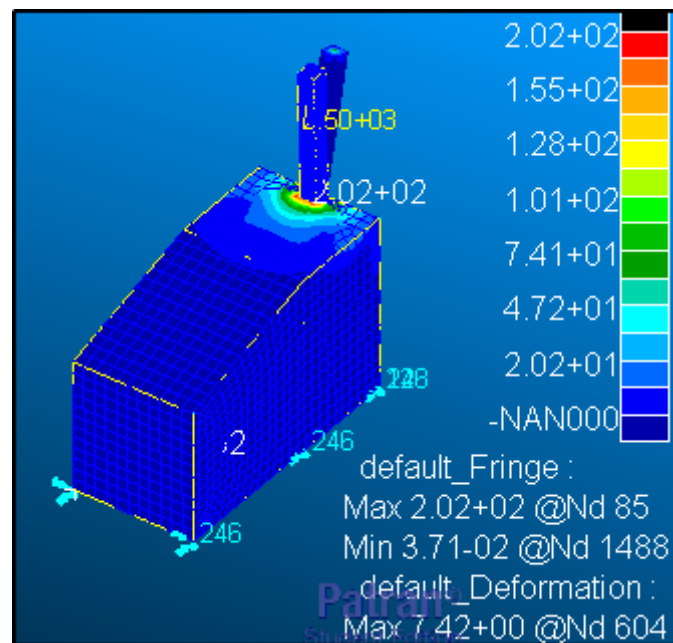


Figura 1.4.3.3 Análisis de tensiones de la unión cabina-pie

Al igual que en el caso anterior, no se supera el límite elástico, por lo tanto, la selección del material seguirá siendo correcta. Cabe destacar que en este aspecto las deformaciones son de valores muy bajos (7.42 mm).

A pesar de ello en la arista que une el pie con la cabina haremos un detalle y ser capaz de observar de manera más precisa dicha zona de conflicto.

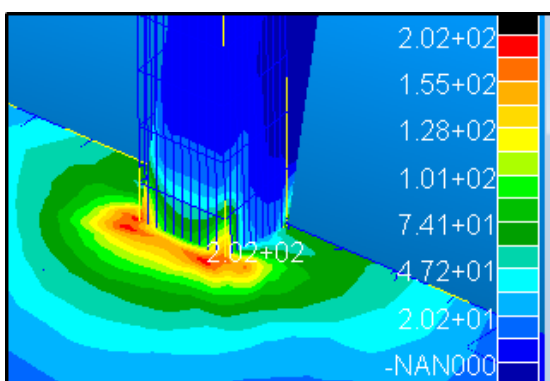


Figura 1.4.3.4 Detalle 1 del análisis de tensiones cabina-pie

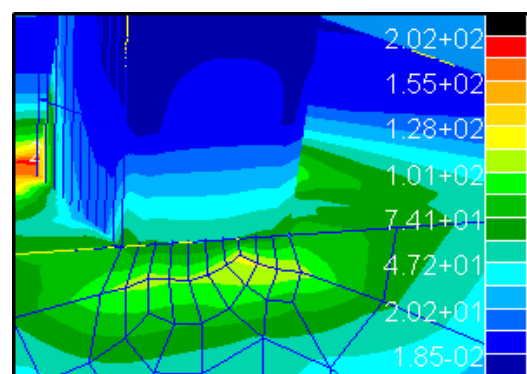


Figura 1.4.3.5 Detalle 2 del análisis de tensiones cabina-pie

Como apreciamos más detalladamente en ambas figuras, no se supera el límite elástico del hierro dúctil y la zona que sufre mayor estrés son las propias aristas.

Ahora se deben analizar también los efectos en los brazos, pero para ello debemos estudiarlos como objetos flotantes, es decir, como cuerpos libres aplicando las fuerzas correspondientes y las reacciones.

Destacar que la fuerza se ha aplicado en los nodos centrales de los orificios y se aplican sobre toda la superficie del agujero. Si se deseara un resultado más exacto solo se tendría en cuenta media superficie de dichos agujeros, sin embargo, al emplear un coeficiente de seguridad elevado, pues es de interés que la maquina sea rígida y no de presente flexibilidad, apenas será importante la diferencia de aplicarlo en toda la superficie o en la mitad de la misma.

En la figura (1.4.3.6) vemos el brazo secundario, donde se aplica la fuerza del punzón, que en este caso la aplicaremos como una presión sobre el área circular que rodea al hueco hexagonal del mismo punzón. El análisis refleja que en ningún caso se supera el límite elástico del hierro 120-90-02, como podemos ver en la leyenda de tensiones. Por lo que al resistir las tensiones se puede emplear como material de construcción de nuestro proyecto.

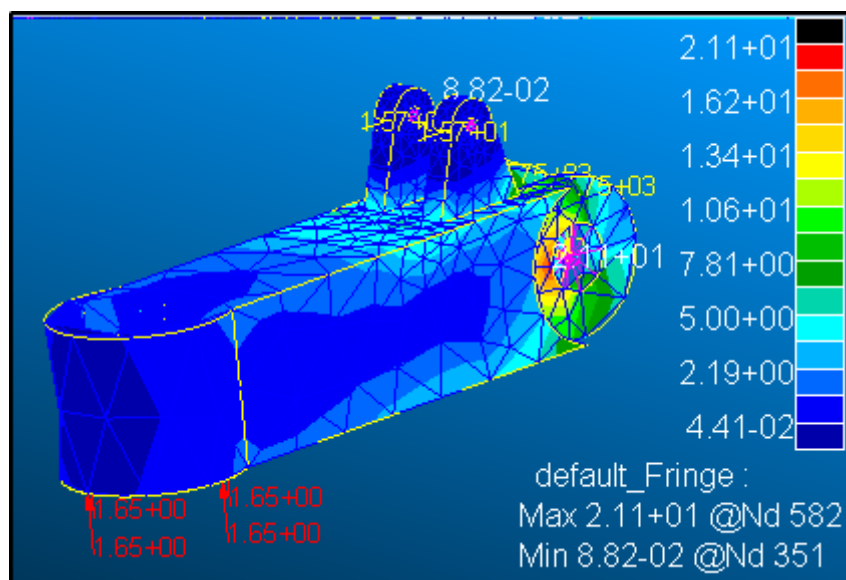


Figura 1.4.3.6 Análisis de tensiones del brazo secundario

Por otra parte, tenemos el brazo principal, que trasladando las fuerzas presentes en el brazo secundario al punto de unión y las propias de unión con el pie obtenemos el

siguiente análisis. Ocurre lo mismo, las tensiones no superan el límite elástico por tanto el material y la forma es adecuada para la actividad que realizará la herramienta.

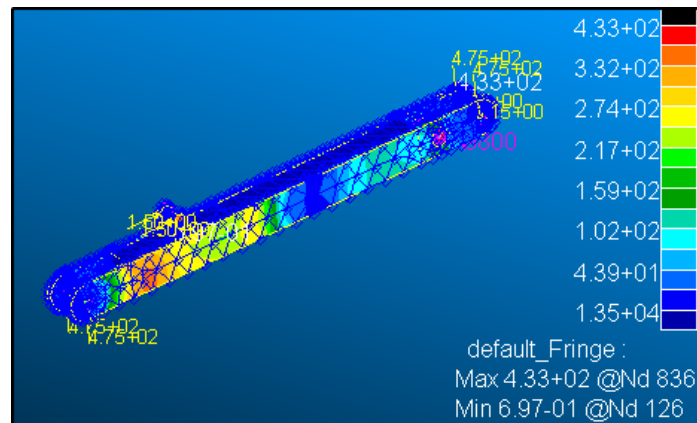


Figura 1.4.3.7 Análisis de tensiones del brazo principal

Para finalizar el estudio es importante destacar que con una versión más avanzada de software y no la versión estudiante que se ha empleado, los cálculos serían más precisos pues la versión empleada en el proyecto tiene un límite en el tipo de elementos a emplear en el mallado de sólidos, así como un límite del número de elementos. Por esta razón la malla no es muy densa ofreciendo una mayor cantidad de datos.

1.4.4 SISTEMA NEUMÁTICO.

Ya finalizado el análisis de tensiones y vista su viabilidad se puede dar por finalizado el diseño estructural de la herramienta y únicamente queda el sistema neumático.

El propio proveedor de los elementos neumáticos, es decir, los cilindros y los cojinetes de cabeza, ofrece a sus usuarios un software de diseño de circuitos neumáticos.

En la imagen de a continuación se muestra la posición de los cilindros los cuales requieren del diseño de un circuito con el que se pueda realizar las funciones deseadas.

El diseño del circuito neumático tendrá su entrada de aire de la misma fuente de la que proviene el aire de los actuadores que ya vienen instalados en la máquina y que se activan con los pedales. Estos corresponden al giro del plato, a la apertura y cierre de las pinzas. El esquema original de estas tres aplicaciones es el siguiente:

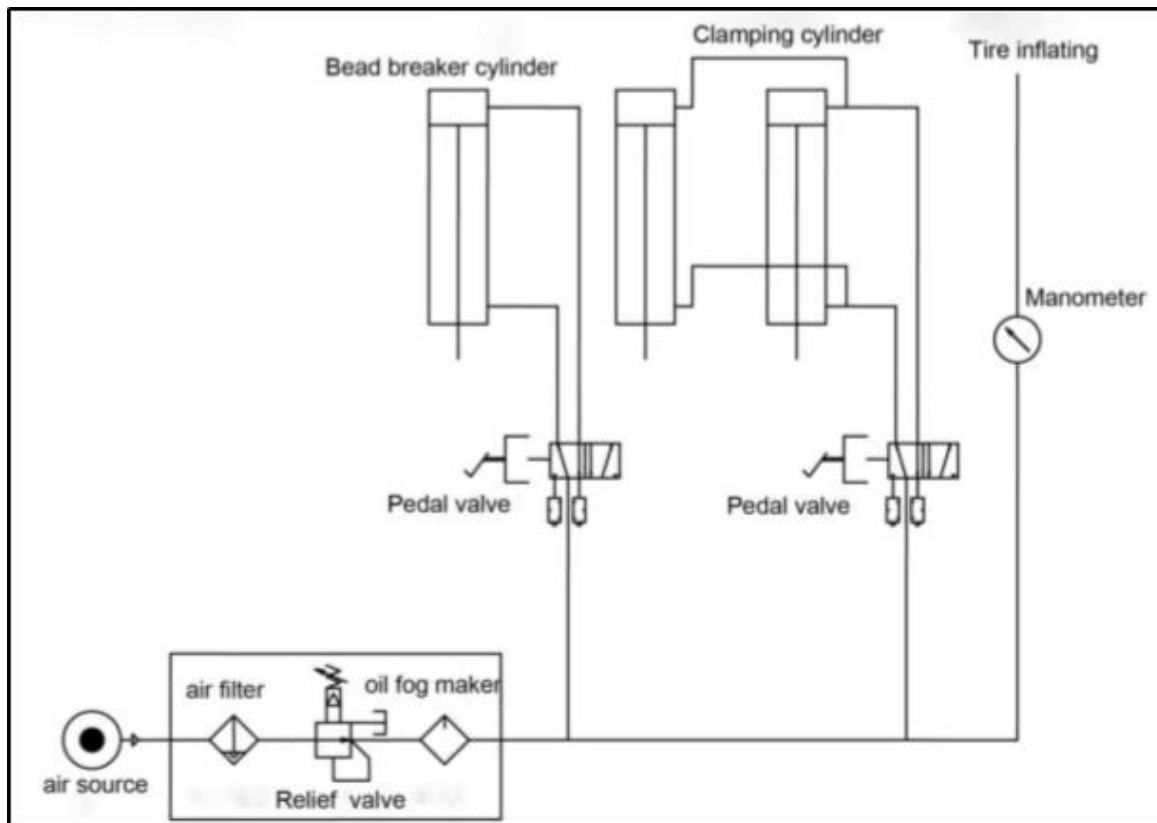


Figura 1.4.4.1 Esquema neumático dl giro del plato, la apertura de las mandíbulas y su cierre.⁹

En este esquema vemos el funcionamiento de los pedales. Si pisamos el pedal izquierdo el giro del plato mientras que si lo hacemos en el derecho estaremos actuando sobre las mandíbulas de sujeción.

A partir de este circuito se añaden dos nuevos elementos, dos cilindros que son los que posibilitan el movimiento de nuestro brazo articulado. El circuito del brazo es el siguiente:

⁹ Figura 1.4.4.1 Catálogo: Twin Busch TW X-610 Basic Line Reifenmontagemachine.

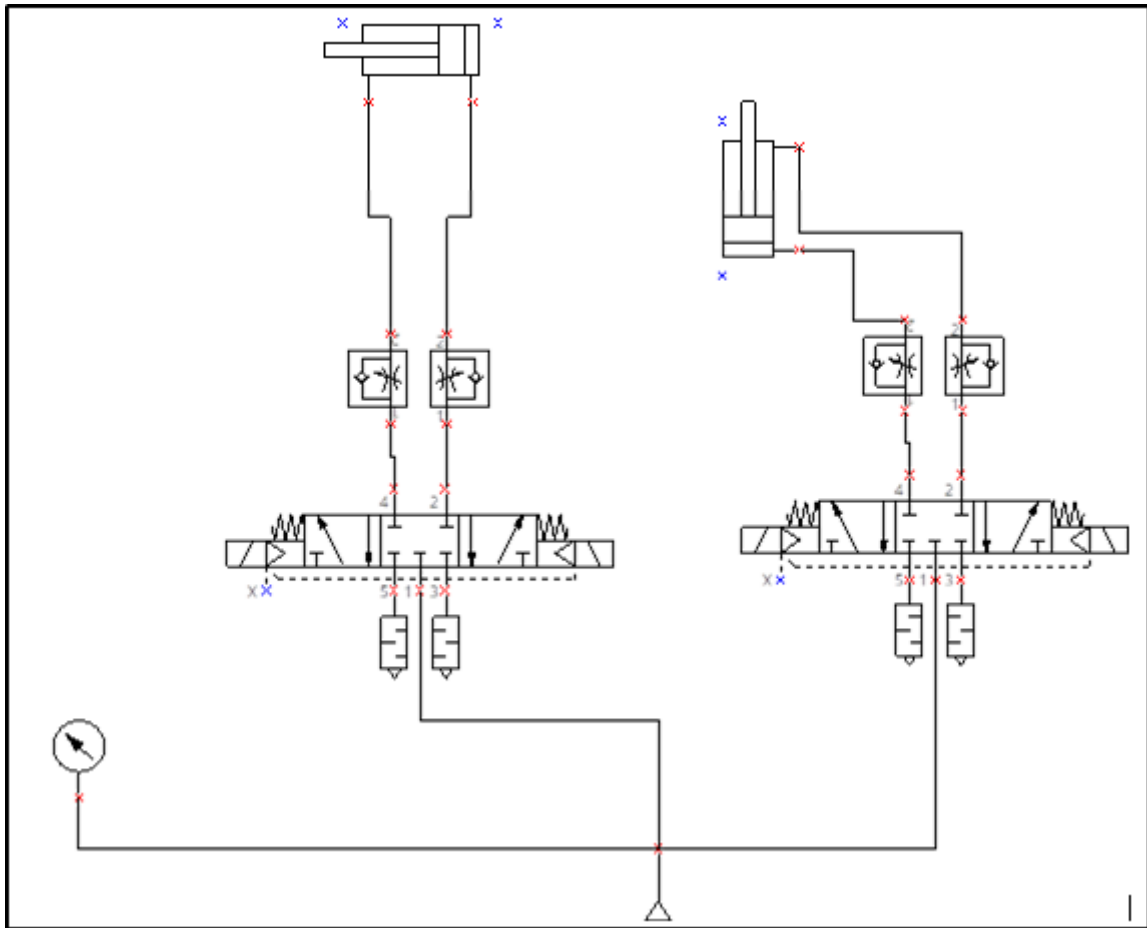


Figura 1.4.4.2 Esquema neumático del brazo articulado

Como observamos en la imagen superior, está compuesto de dos actuadores de doble efecto. Tiene la presencia de válvulas de control de velocidad y válvulas 5/3 de cierre. Estas válvulas se activan con un pulsador y tienen retorno por muelle. Por ultimo las salidas del aire transcurren a través de unas válvulas silenciadoras.

Al tener dos válvulas 5/3 actuadas por pulsador debemos tener en cuenta la presencia de dichos pulsadores, que además son independientes el uno del otro. Sin embargo, en una misma válvula no se pueden actuar los dos al mismo tiempo.

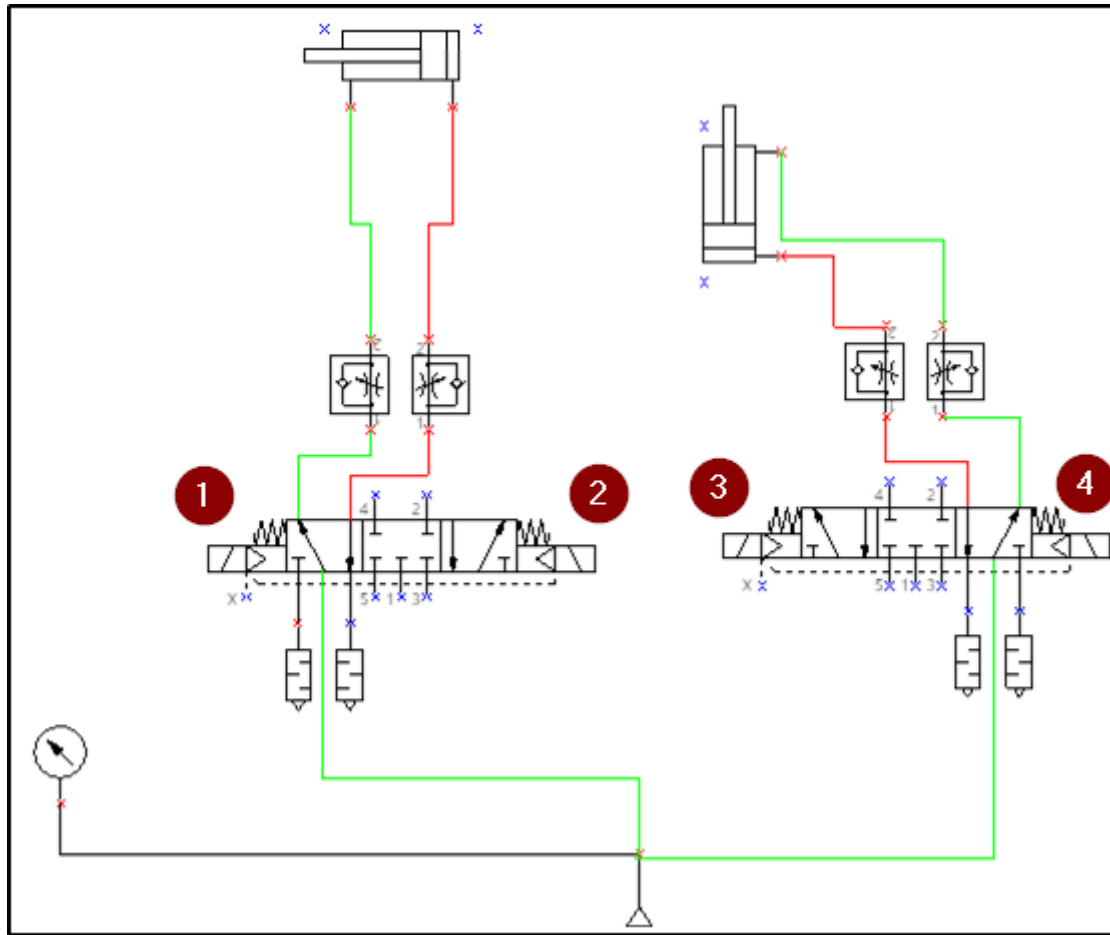
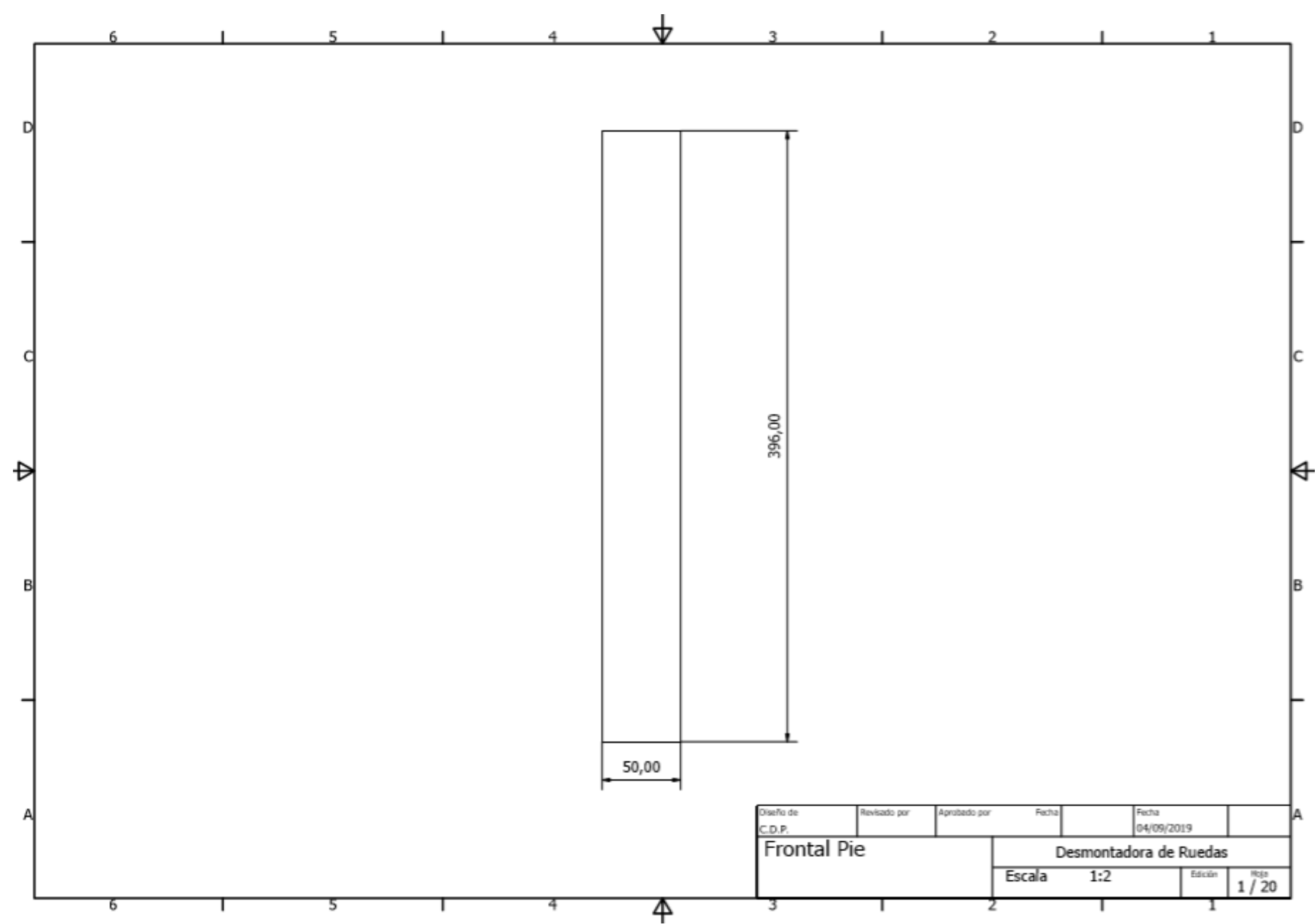


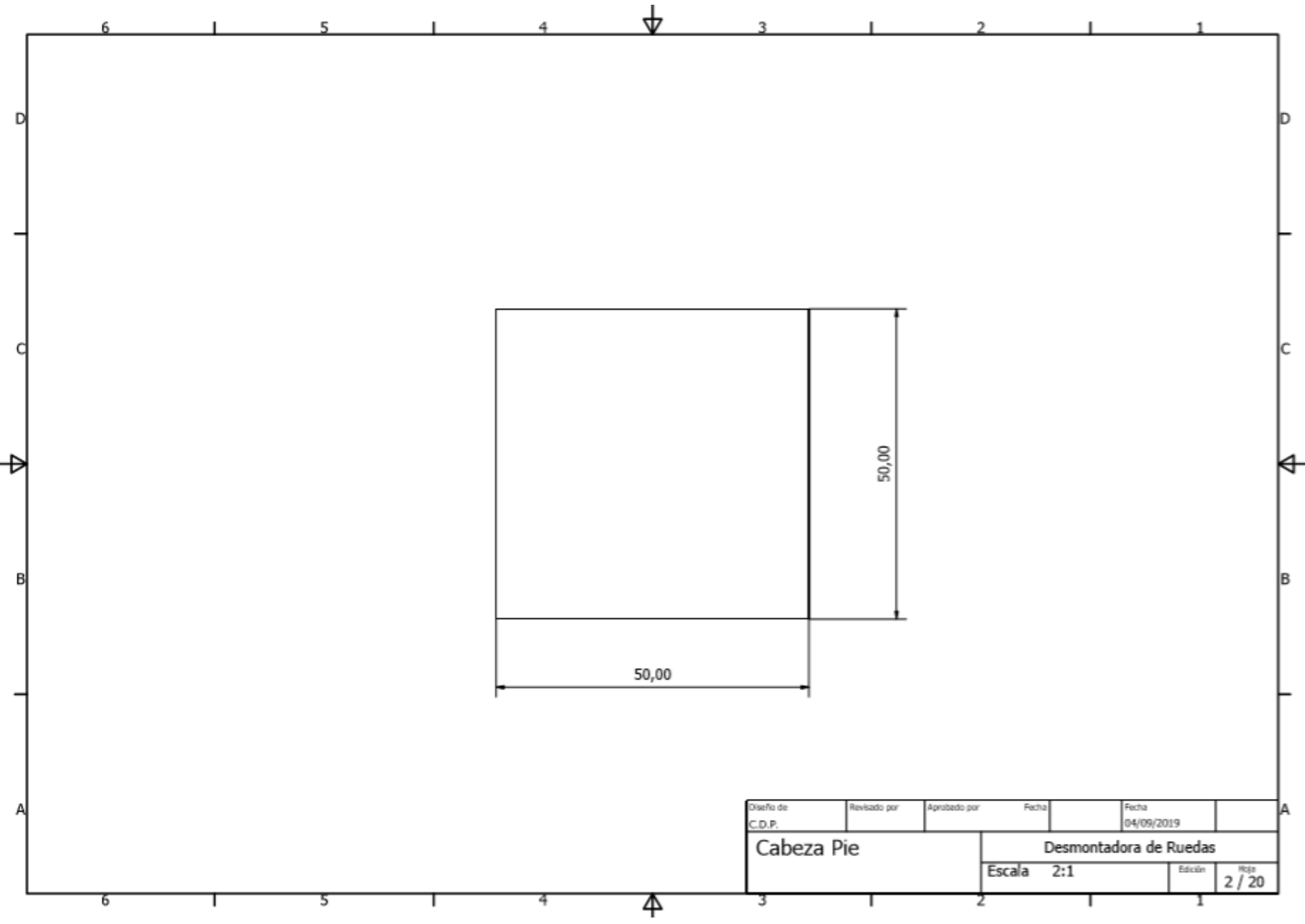
Figura 1.4.4.3 Esquema neumático del brazo articulado en posición 1

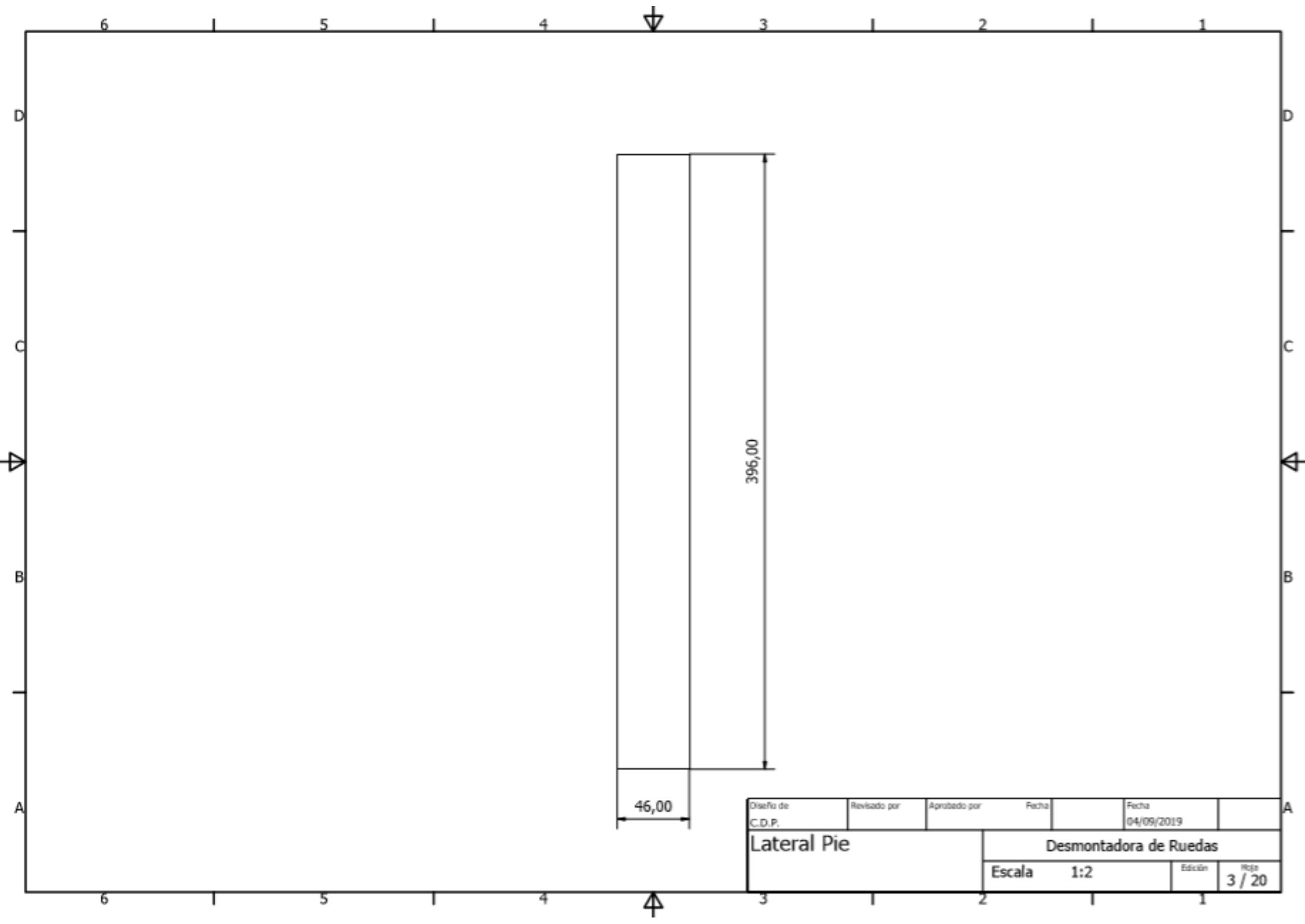
- Al actuar el pulsador 1, la presión va hacia la válvula 5/3 que lo redirecciona hacia la válvula de control de velocidad. Una vez pasa por dicha válvula se dirige al cilindro donde provocará el movimiento del pistón hacia la izquierda. De esta manera el brazo secundario girará en sentido de las agujas del reloj.
- En este mismo paso se ha pulsado el accionamiento 3 que con el mismo funcionamiento que el anterior, redirecciona la entrada de aire sobre el cilindro provocando el descenso del pistón. Este descenso provoca un movimiento sobre el brazo principal de giro en sentido horario.
- Una vez se dejan de pulsar los botones de accionamiento las válvulas retornan a su posición original, es decir la de bloqueo. Cuando la válvula se encuentra en dicha posición no hay flujo de aire por lo que los cilindros quedan bloqueados y sin movimiento. Así se consigue que el brazo articulado no posea movimiento y por tanto se pueda trabajar con él en una posición fija.

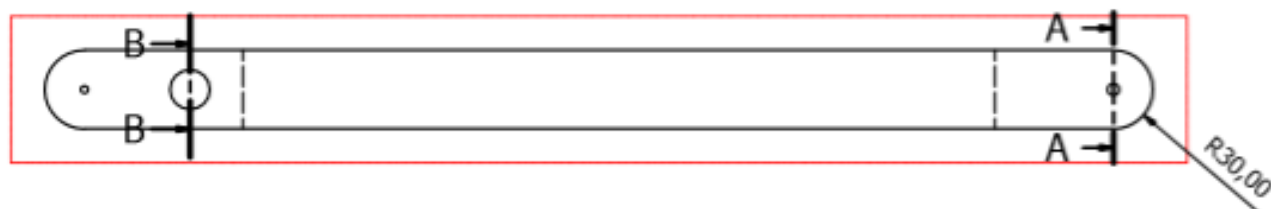
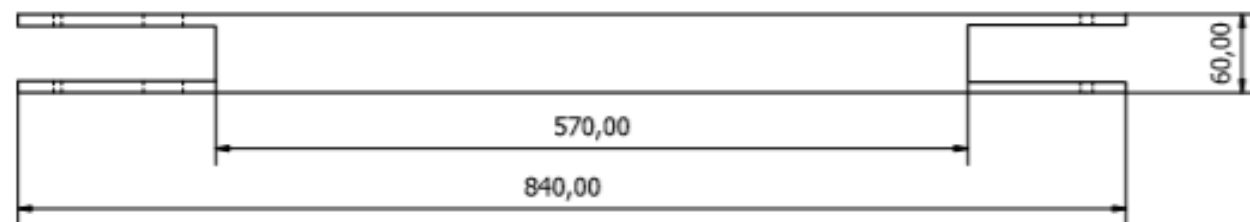
- Si el operador en vez de pulsar las marcas 1 y 3 lo hiciera con la 2 y 4, el funcionamiento sería el mismo, con la variable de que el movimiento de los pistones en los cilindros sería inverso y por consiguiente también el de los brazos.

2 PLANO.

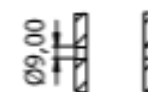




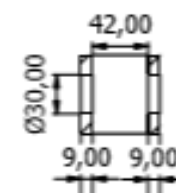




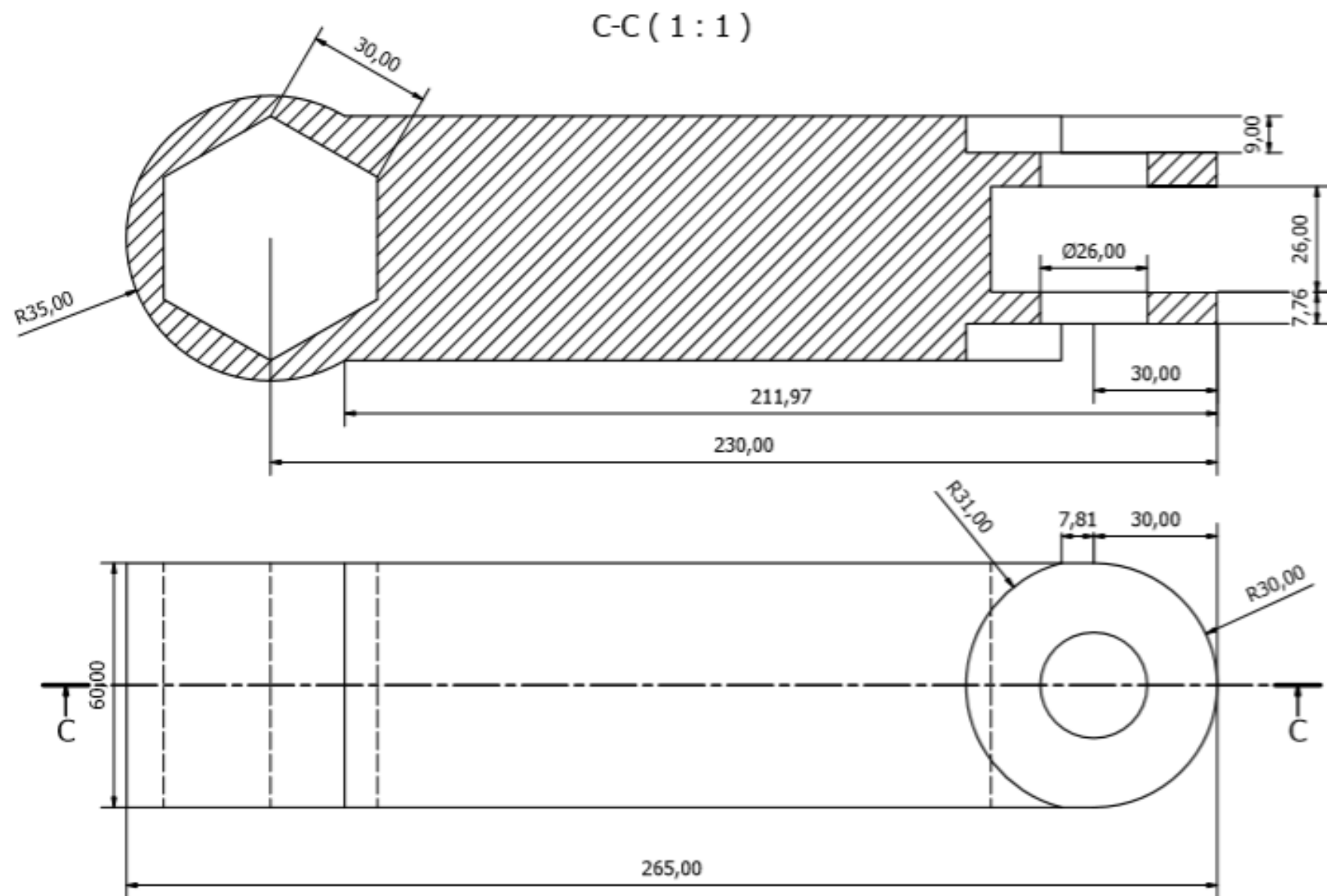
A-A (1 : 4)



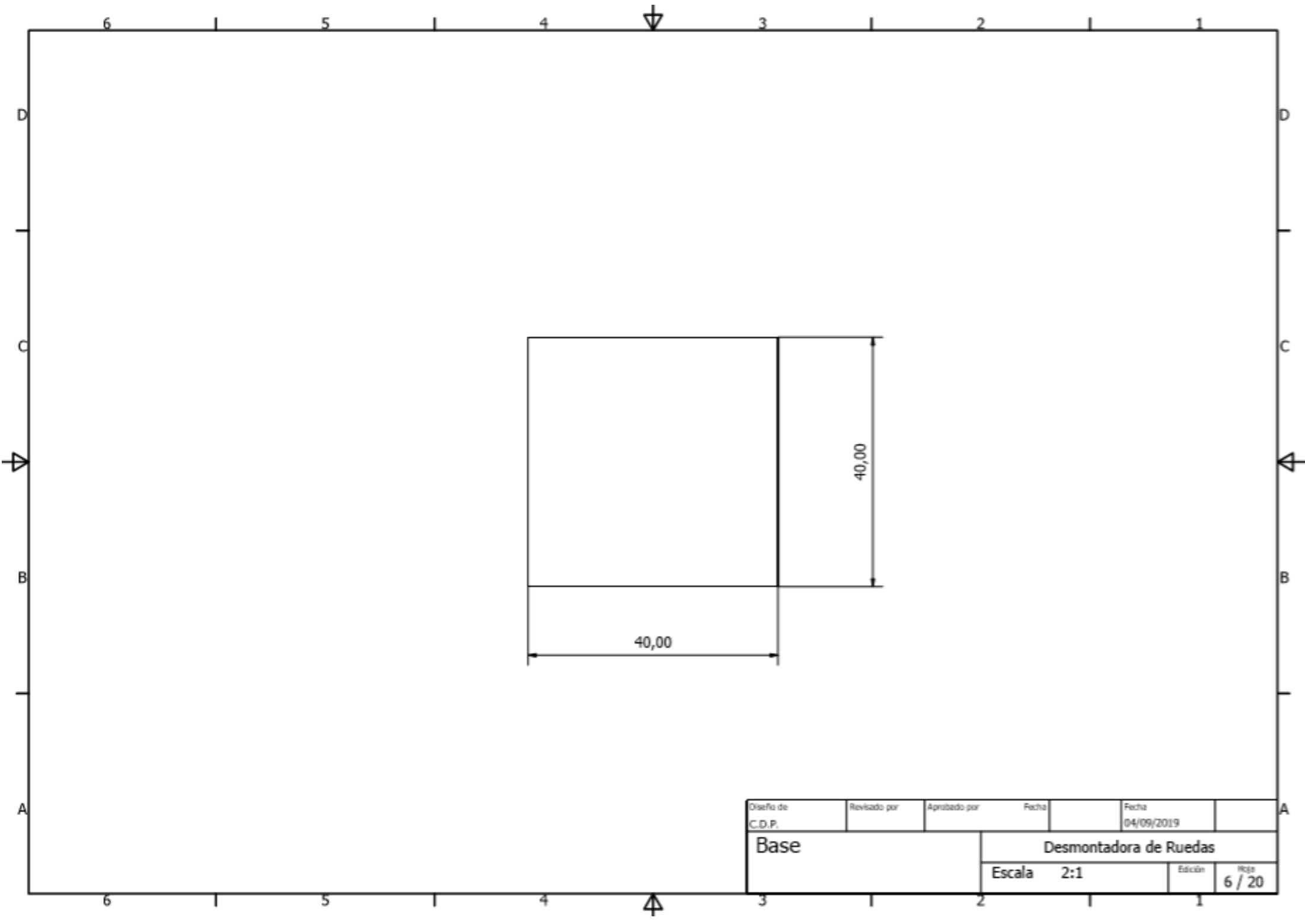
B-B (1 : 4)



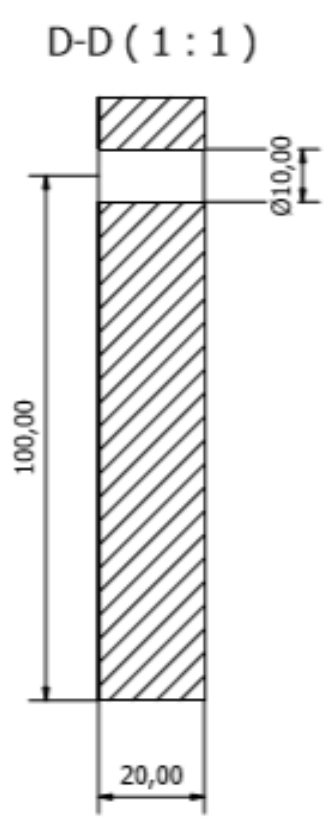
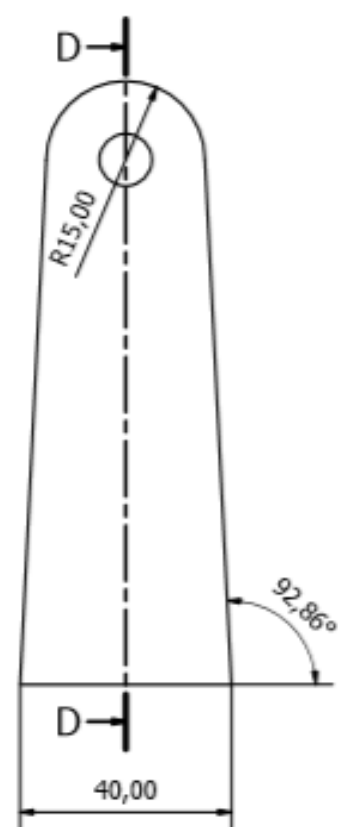
Diseño de C.D.P.	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 04/09/2019	
Brazo Principal			Desmontadora de Ruedas		
Escala 1:4			Edición	Hoja 4 / 20	



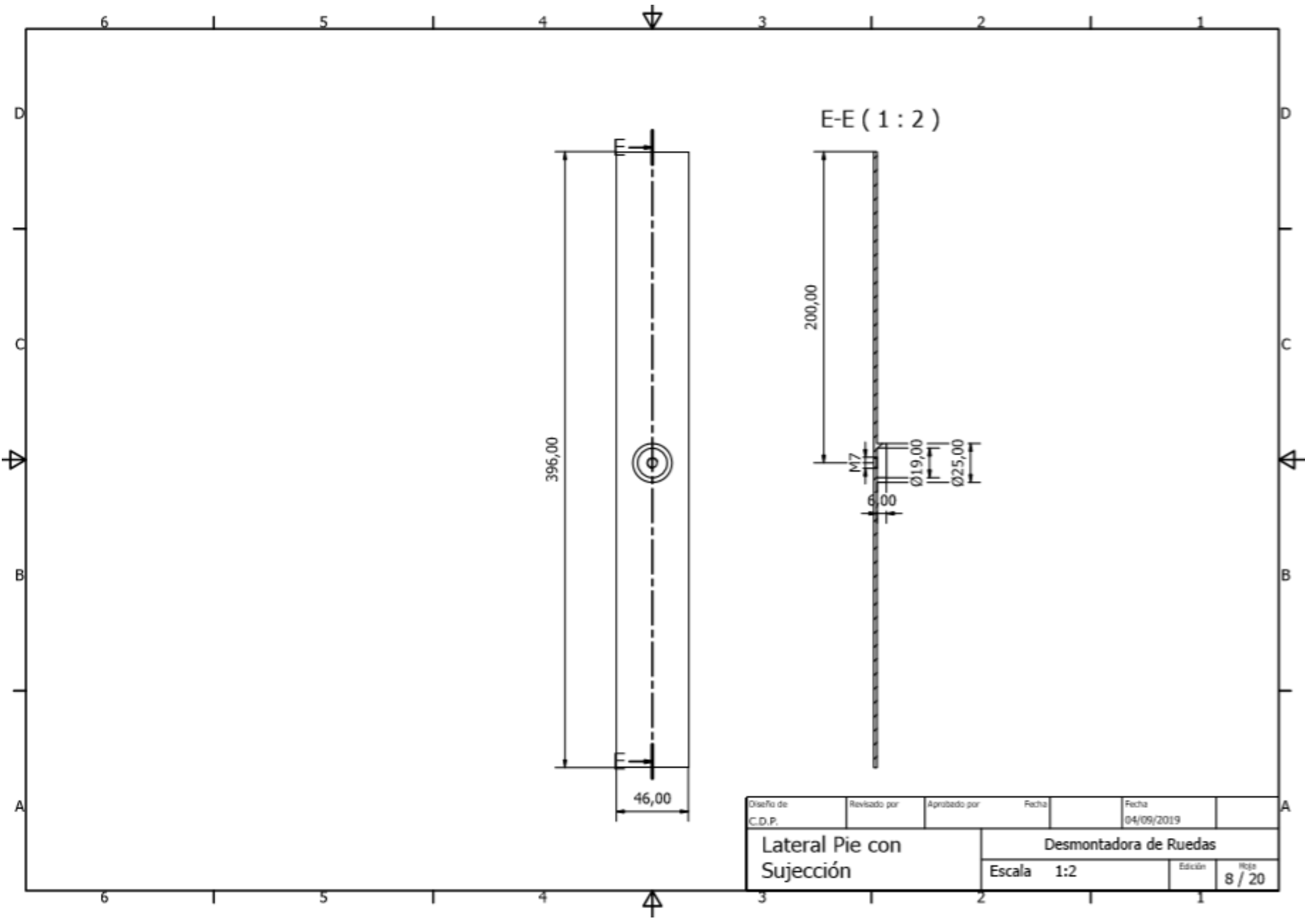
Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
C.D.P.				04/09/2019	
Brazo Secundario			Desmontadora de Ruedas		
Escala			1:1	Edición	Hoja
					5 / 20



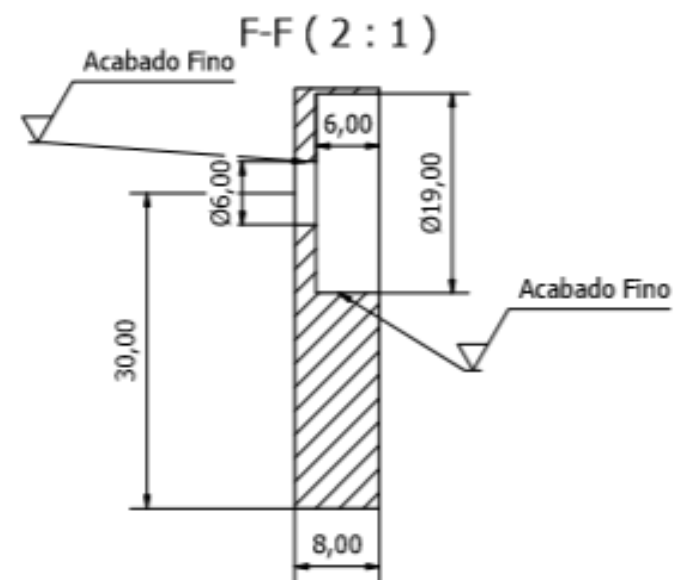
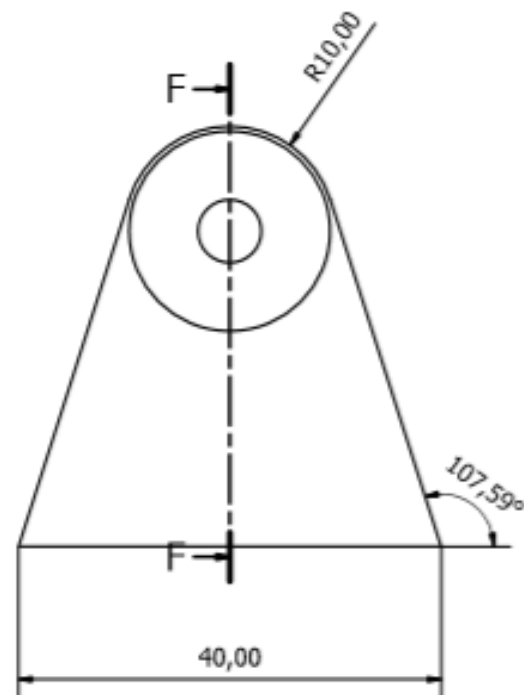
Diseño de C.D.P.	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 04/09/2019
Base			Desmontadora de Ruedas	
Escala 2:1			Edición	Hoja 6 / 20



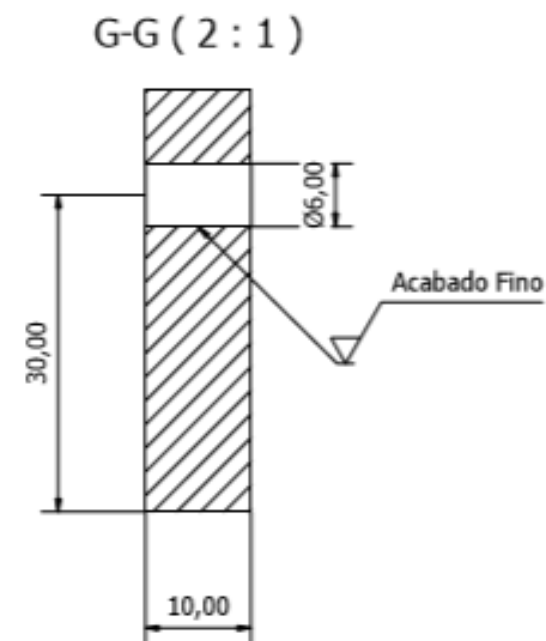
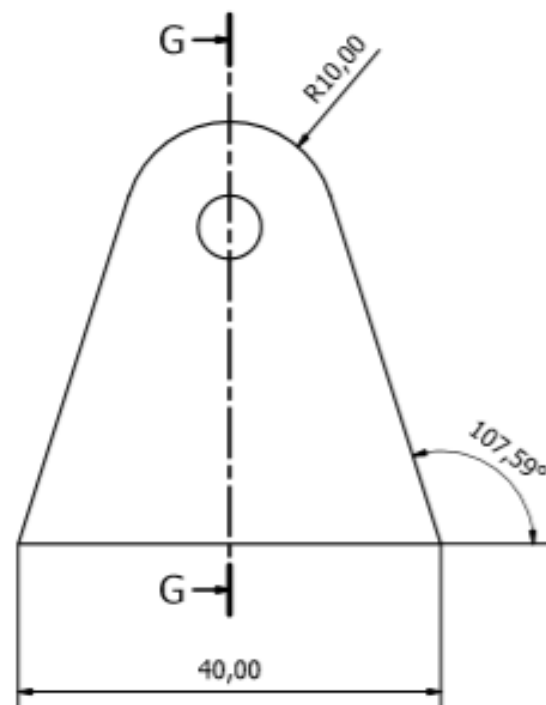
Diseño de C.D.P.	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 04/09/2019	
Apoyo Pie			Desmontadora de Ruedas		
Escala 1:1			Edición	Hoja 7 / 20	



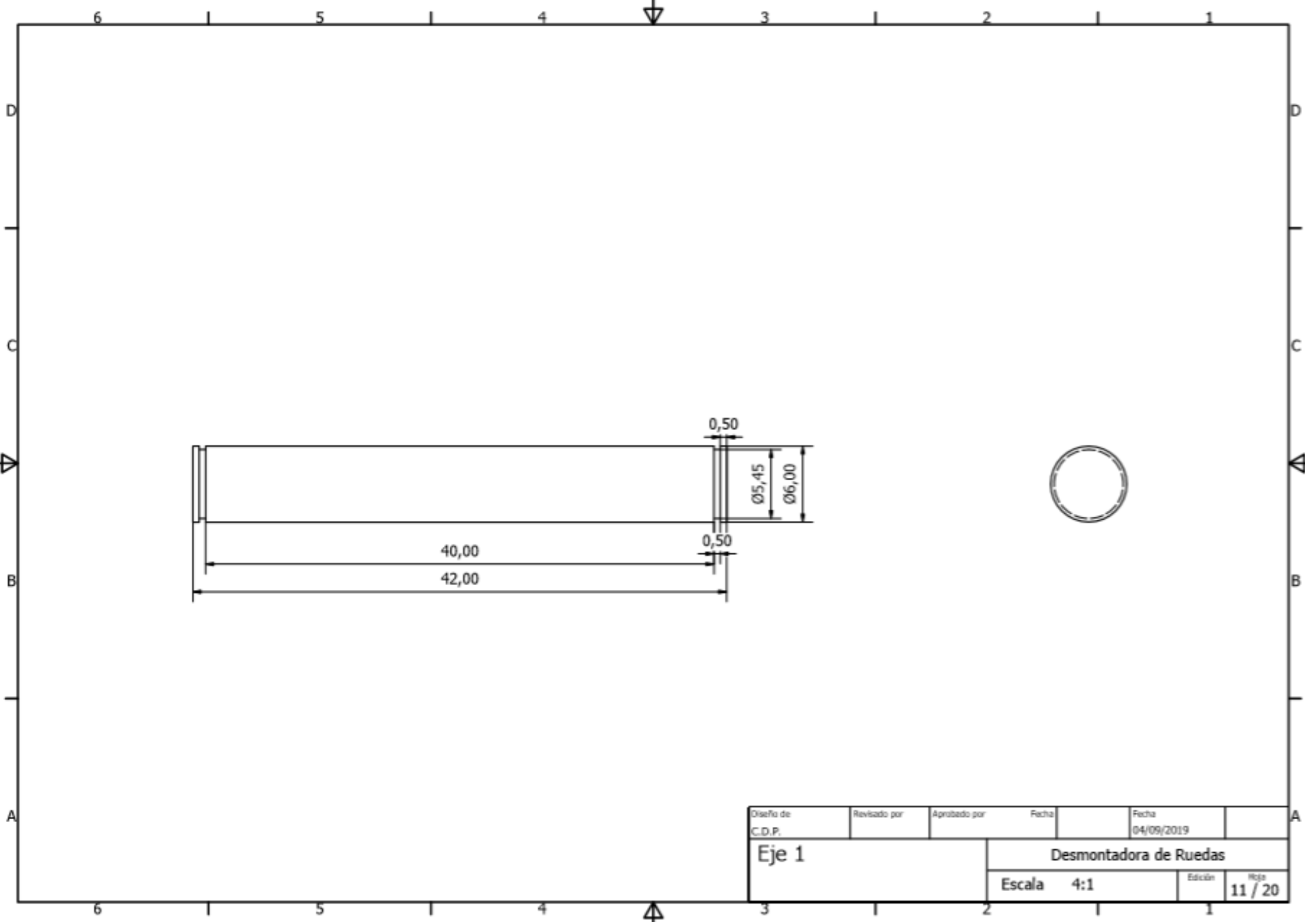
Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
C.D.P.				04/09/2019	
Lateral Pie con Sujección			Desmontadora de Ruedas		
Escala 1:2			Edición	Hoja 8 / 20	



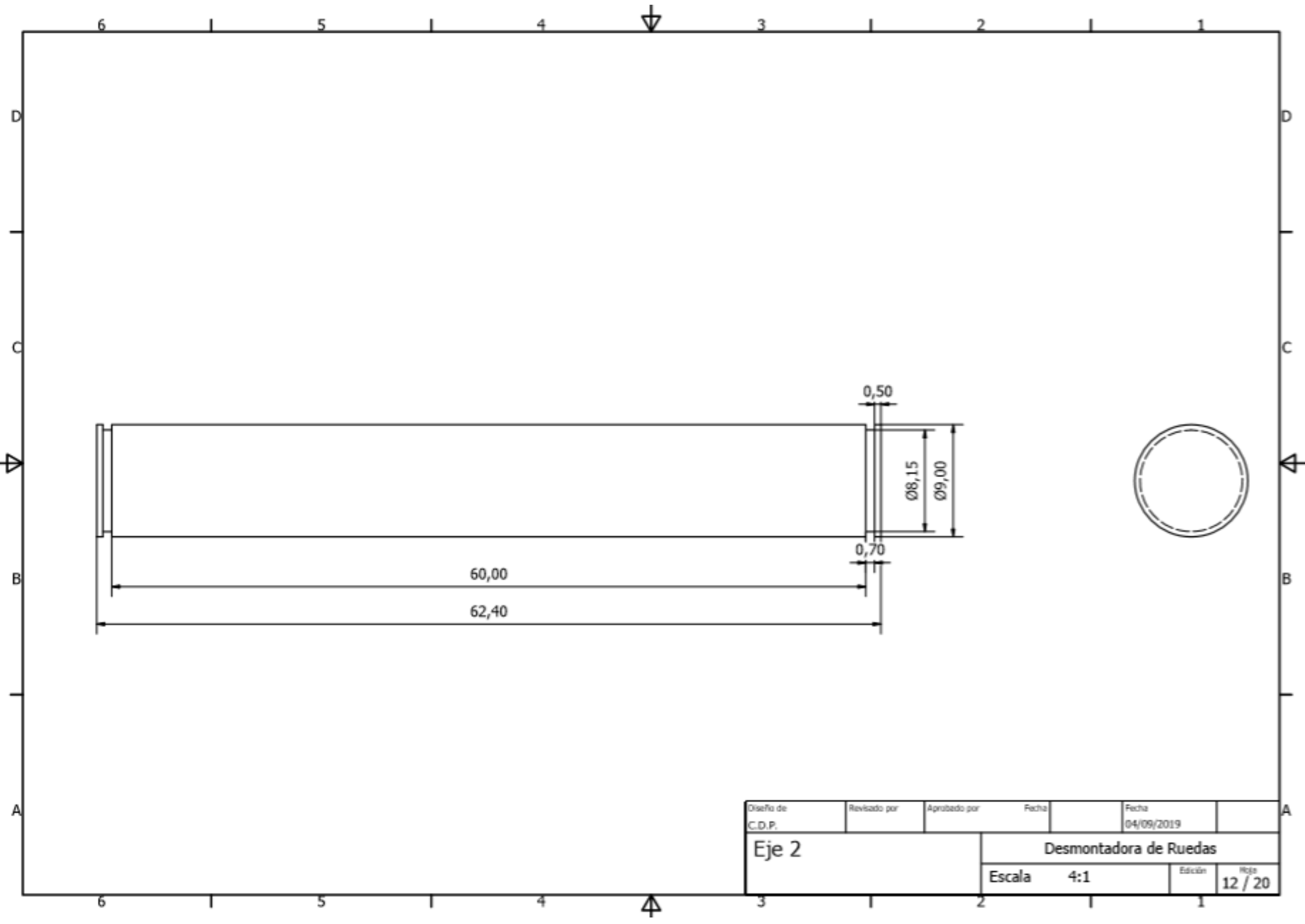
Diseño de C.D.P.	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
				04/09/2019	
Apoyo Cilindro			Desmontadora de Ruedas		
Escala 2:1			Edición	Hoja 9 / 20	



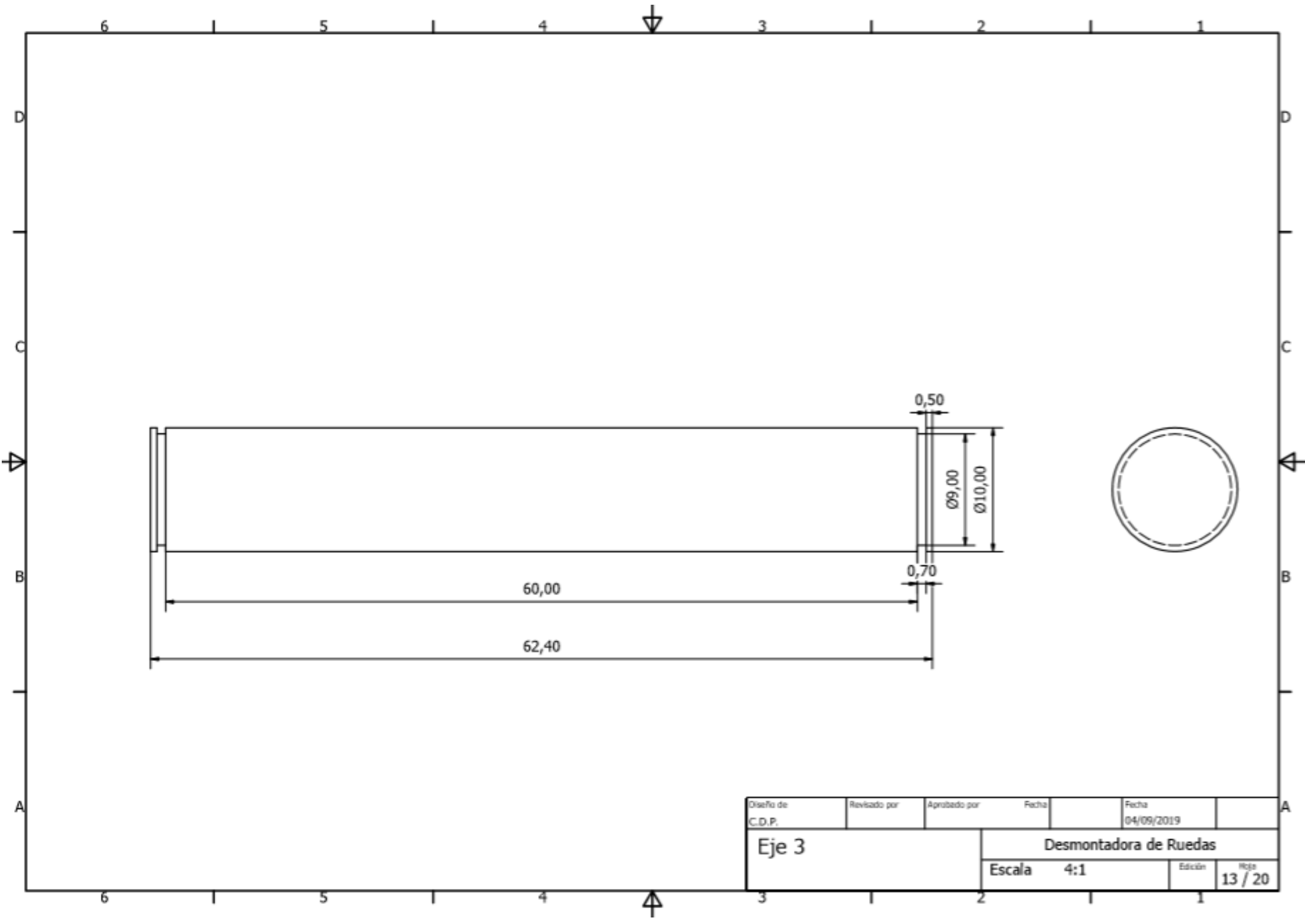
Diseño de C.D.P.	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 04/09/2019	
Apoyo Vastago			Desmontadora de Ruedas		
Escala 2:1			Edición	Hoja 10 / 20	



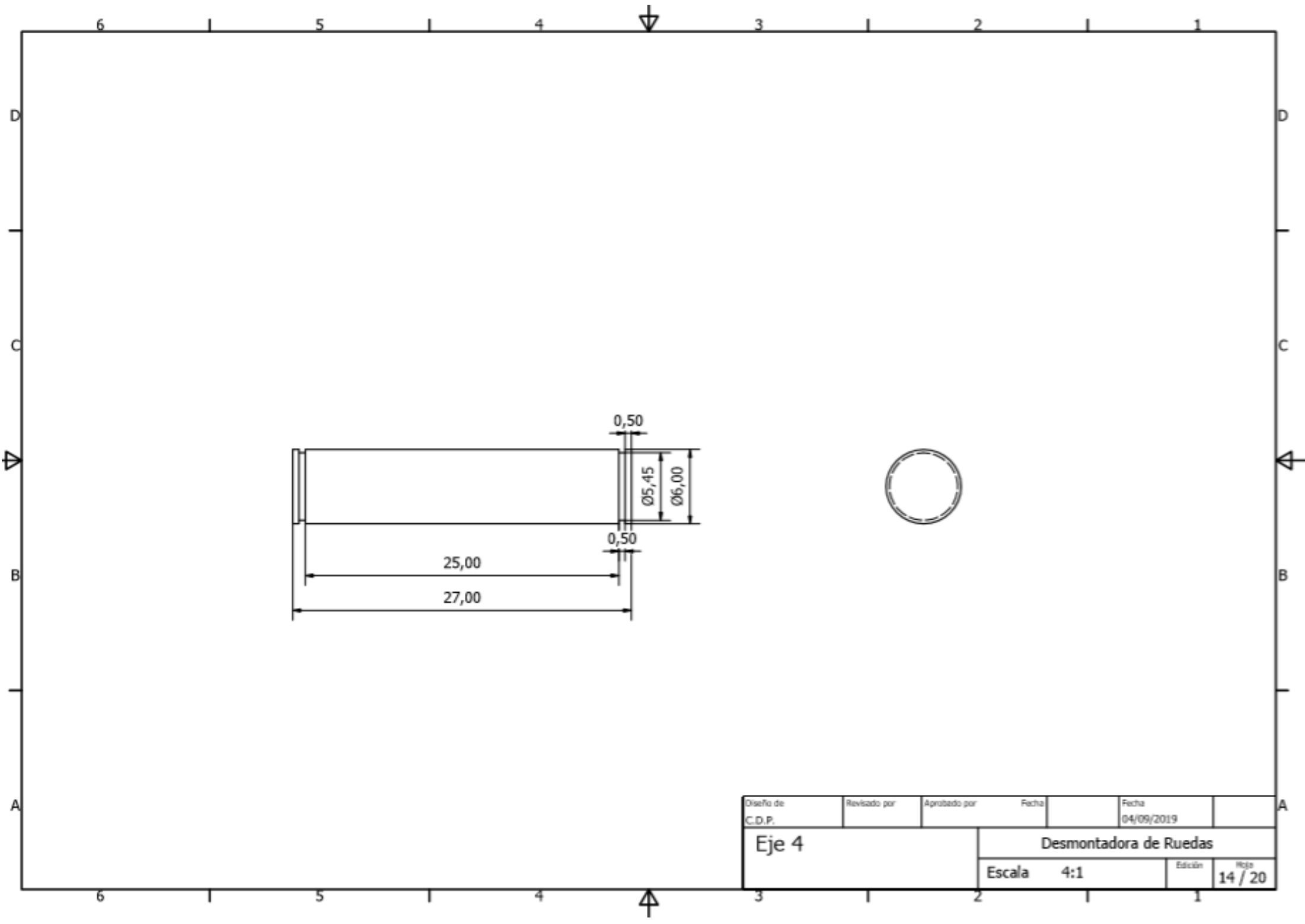
Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
C.D.P.				04/09/2019	
Eje 1			Desmontadora de Ruedas		
Escala 4:1			Edición	Hoja 11 / 20	



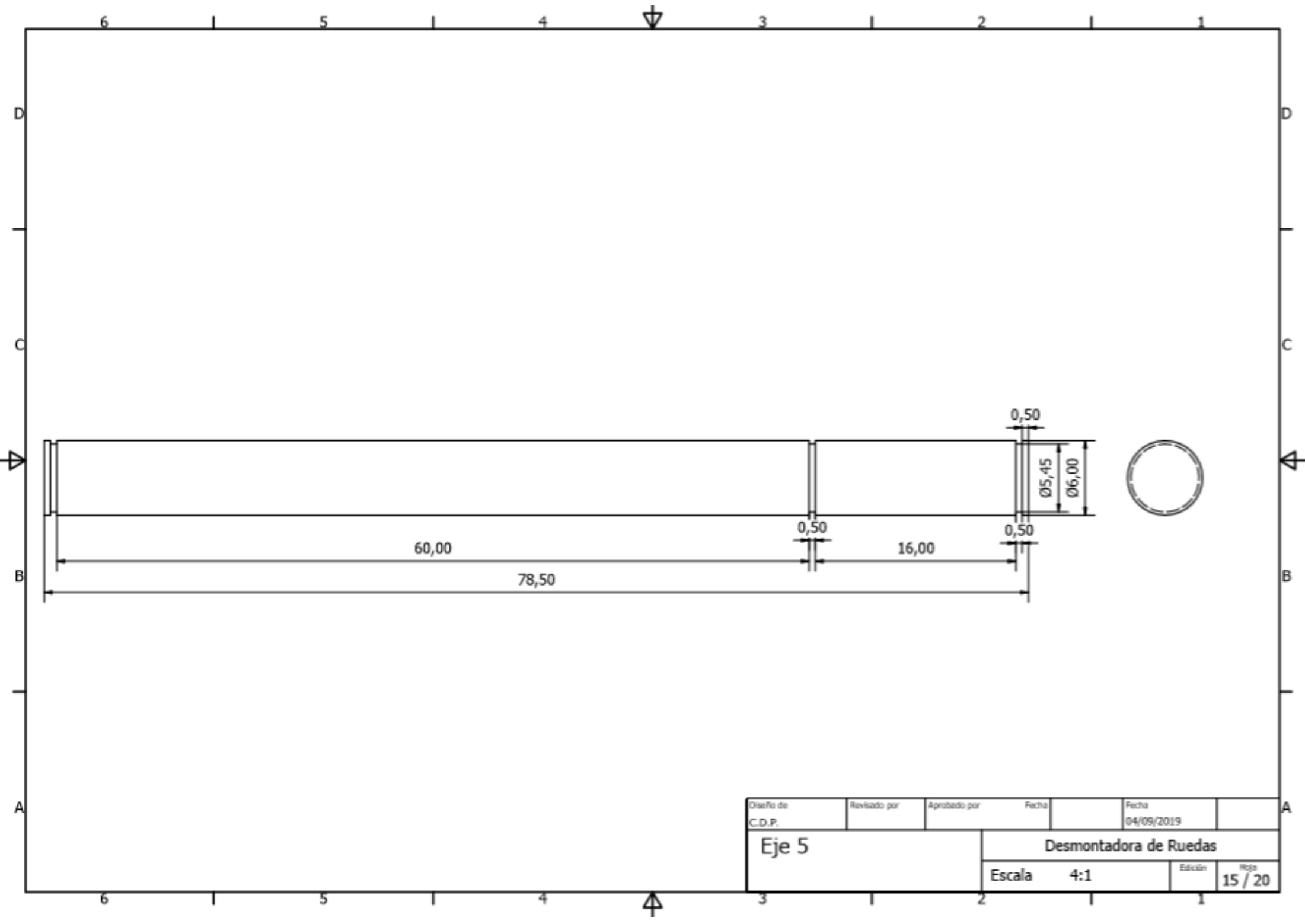
Diseño de C.D.P.	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Eje 2			Desmontadora de Ruedas		
Escala			4:1	Edición	Hoja
					12 / 20



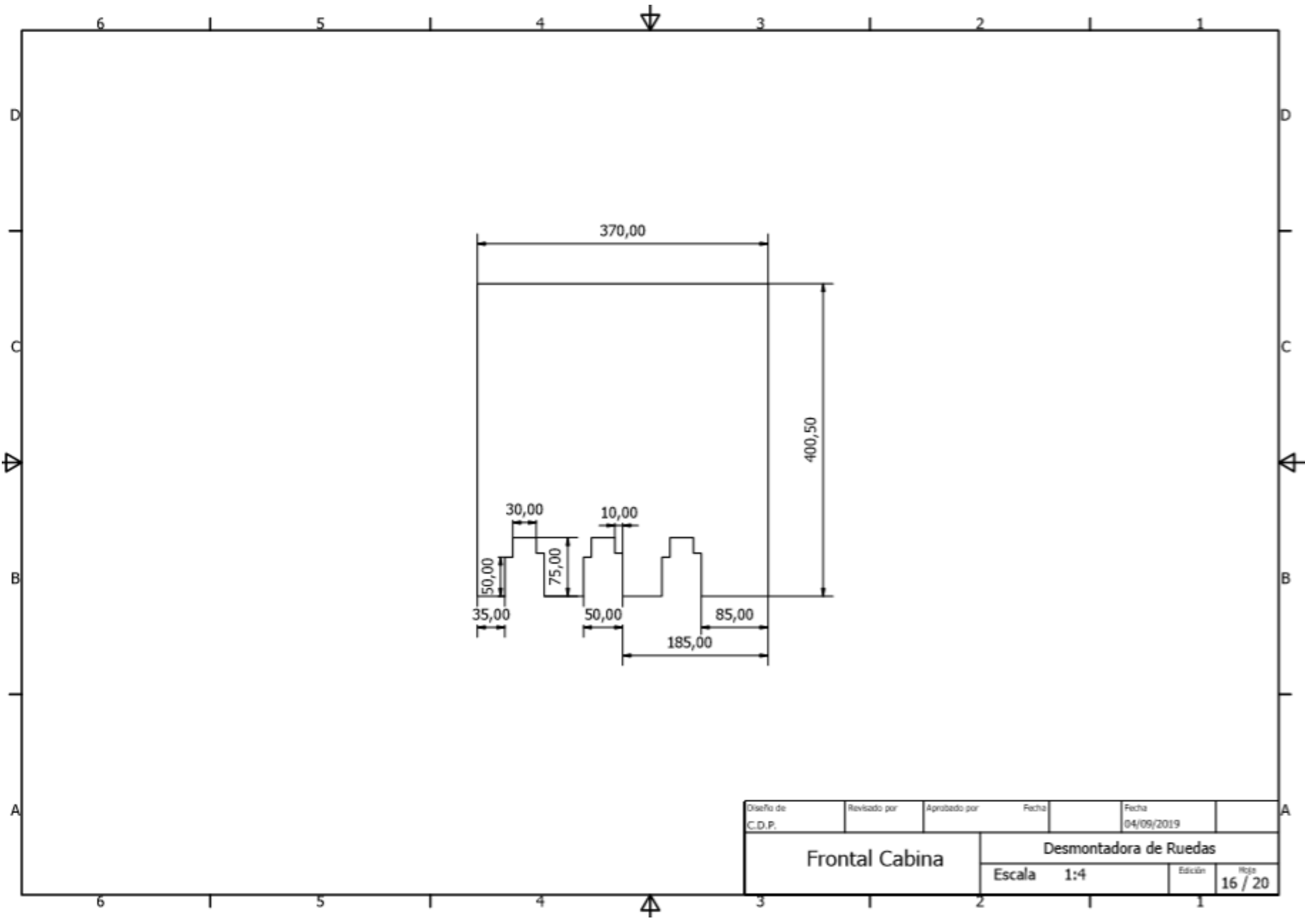
Diseño de C.D.P.	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 04/09/2019	
Eje 3			Desmontadora de Ruedas		
Escala 4:1			Edición	Hoja 13 / 20	



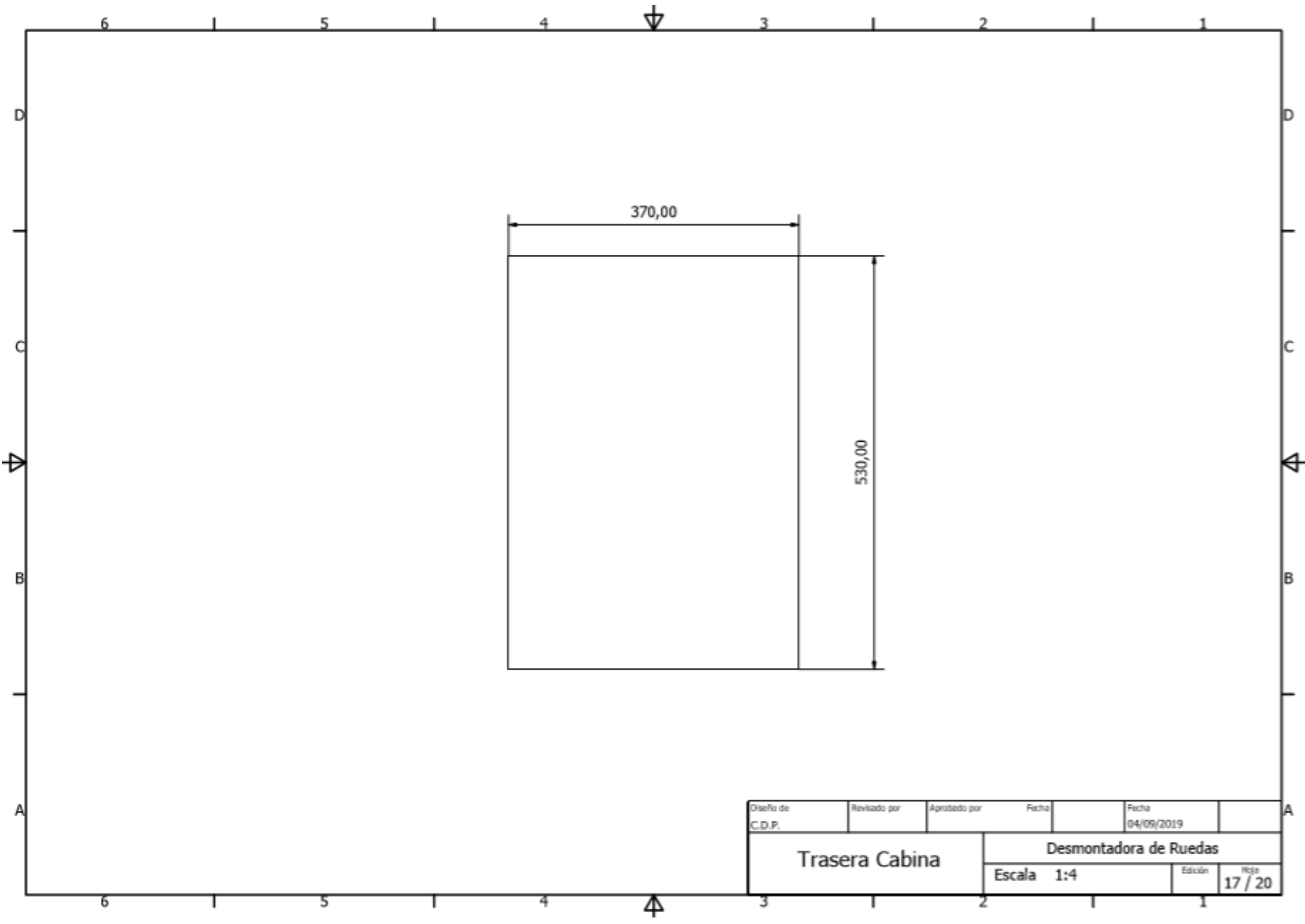
Diseño de C.D.P.	Revisado por	Aprobado por	Fecha	04/09/2019	
Eje 4			Desmontadora de Ruedas		
Escala 4:1			Edición	Hoja 14 / 20	



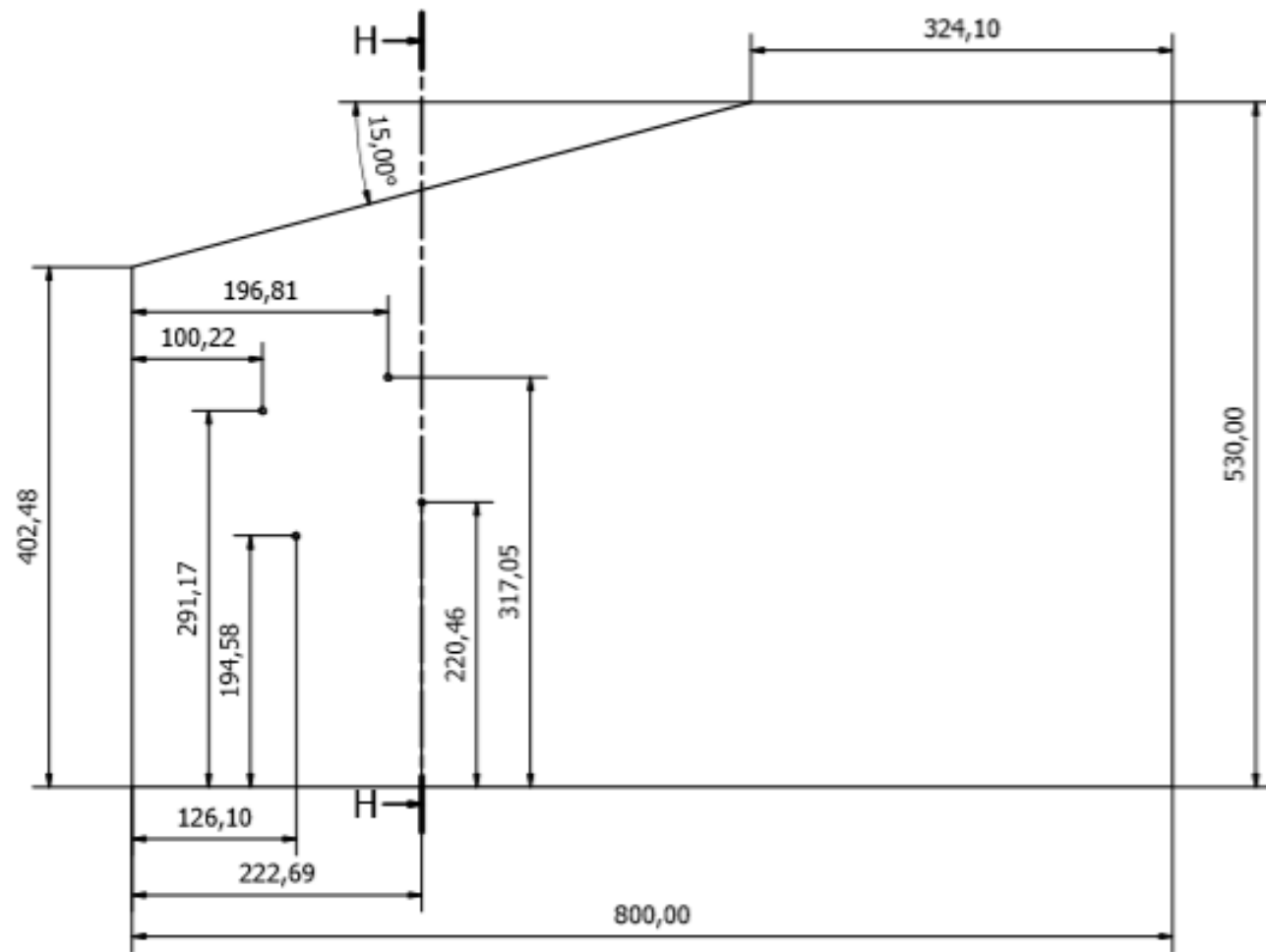
Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
C.D.P.				04/09/2019	
Eje 5			Desmontadora de Ruedas		
Escala			4:1	Edición	Hoja
					15 / 20



Diseño de C.D.P.	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
				04/09/2019	
Frontal Cabina			Desmontadora de Ruedas		
			Escala	1:4	Edición Hoja 16 / 20



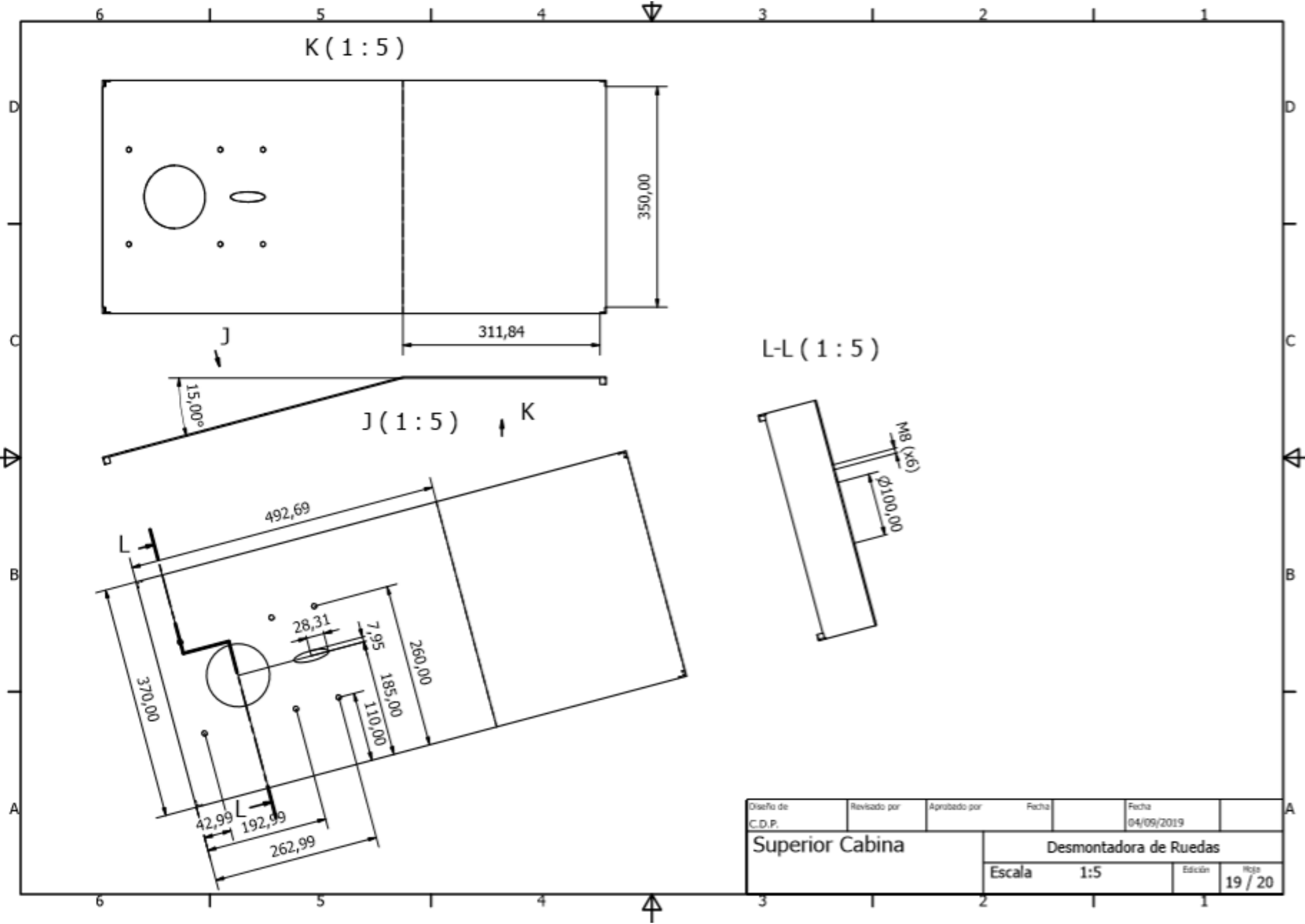
Diseño de C.D.P.	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 04/09/2019	
Trasera Cabina			Desmontadora de Ruedas		
			Escala 1:4	Edición	Hoja 17 / 20



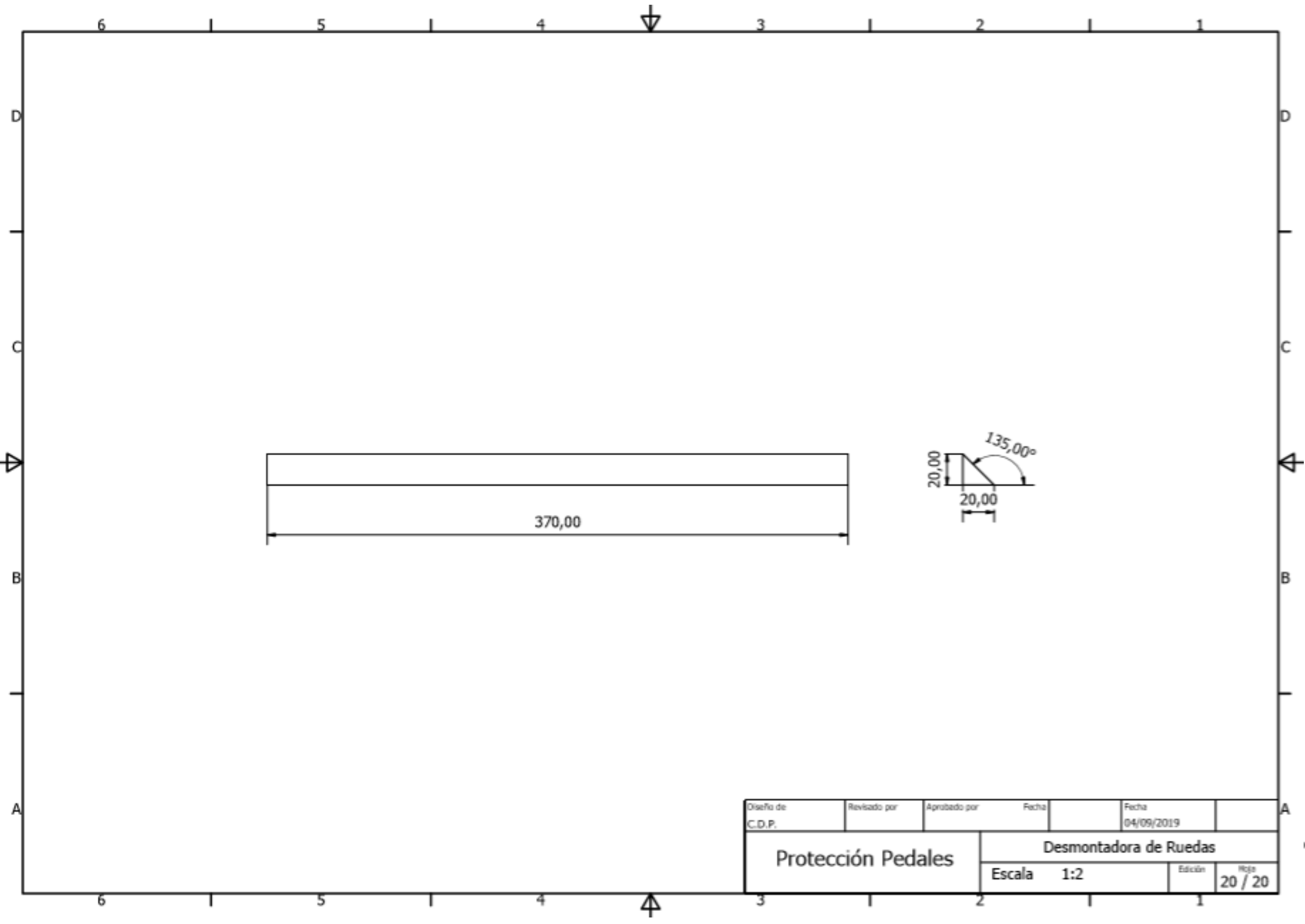
H-H (1 : 4)

M6 (X4)

Diseño de C.D.P.	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 04/09/2019	
Lateral Cabina			Desmontadora de Ruedas		
Escala 1:4			Edición	Hoja 18 / 20	



Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
C.D.P.				04/09/2019	
Superior Cabina			Desmontadora de Ruedas		
Escala			1:5	Edición	Hoja
					19 / 20



Diseño de C.D.P.	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha 04/09/2019	
Protección Pedales			Desmontadora de Ruedas		
			Escala 1:2	Edición	Hoja 20 / 20

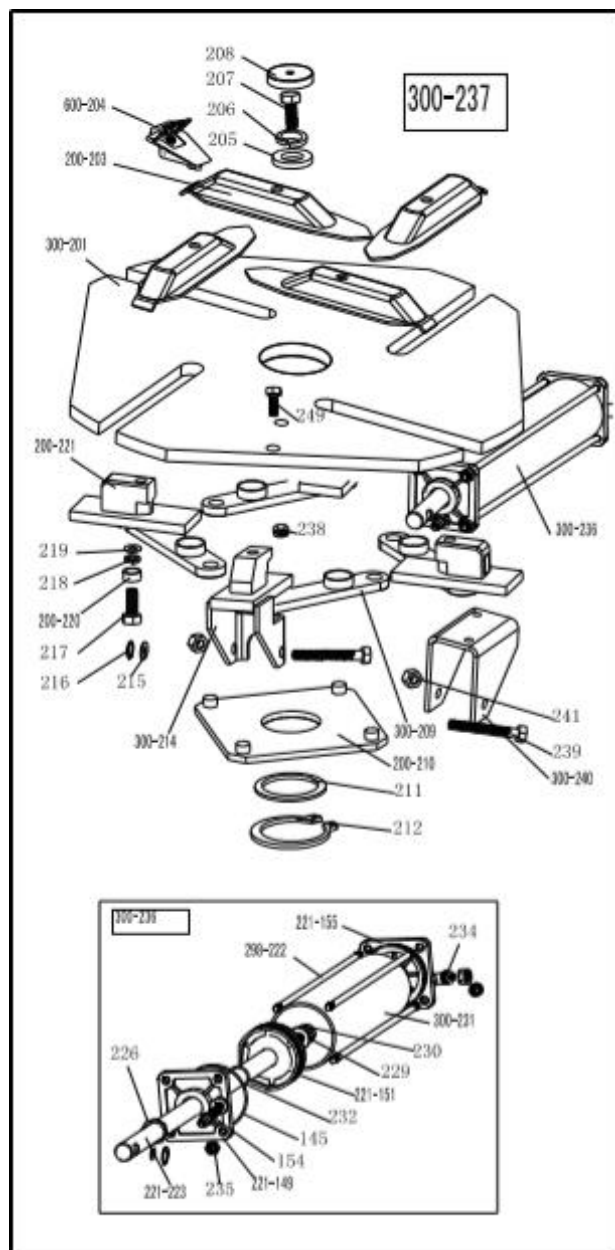


Figura 2.2 Explosionado del conjunto de plato giratorio

300-201	Plataforma giratoria central	221-223	Vástago de pistón del cilindro de sujeción
200-203	Tapa mandíbula 200	221-149	Tapa cilindro sin asa
600-204	Mandíbula 600	154	Unión recta 1/8"-ø8
205	Arandela	226	Sello en V 20x28x7.5
206	Arandela resorte ø16	145	Sello en O 68.26x3.53
207	Perno hexagonal exterior M16X40	221-151	Pistón de cilindro
208	Placa giratoria	229	Arandela plana ø12x25x2
200-209	Conjunto varilla de conexión	230	Tuerca M12x7x1.75
200-210	Plato giratorio cuadrado 540	300-231	Sujeción del cilindro
211	Arandela giratoria	232	Sello en O 19.6x2.62
212	Anilla de retención ø65	221-155	Tapa de cilindro con asa
300-214	Guía deslizadera de mandíbula con pasador 600	234	Unión 1/8
215	Arandela plana ø12x25x2	235	Tuerca autoblocante M8
216	Anilla de retención ø12	300-236	Cilindro de sujeción completo
217	Perno hexagonal exterior M12X80	300-237	Placa de giro completa
218	Arandela de bloque de dientes ø12x20.5x1	249	Perno hexagonal M8x25
219	Arandela plana ø12x30x3	238	Tuerca autoblocante M12
200-220	Tuerca de biela	600-239	Soporte de placa de la mandíbula 1
200-221	Guía deslizadera de mandíbula sin pasador	600-240	Soporte de placa de la mandíbula 2
298-222	Varilla de conexión roscada 240		

Tabla 2. 1 Piezas del conjunto de plato giratorio

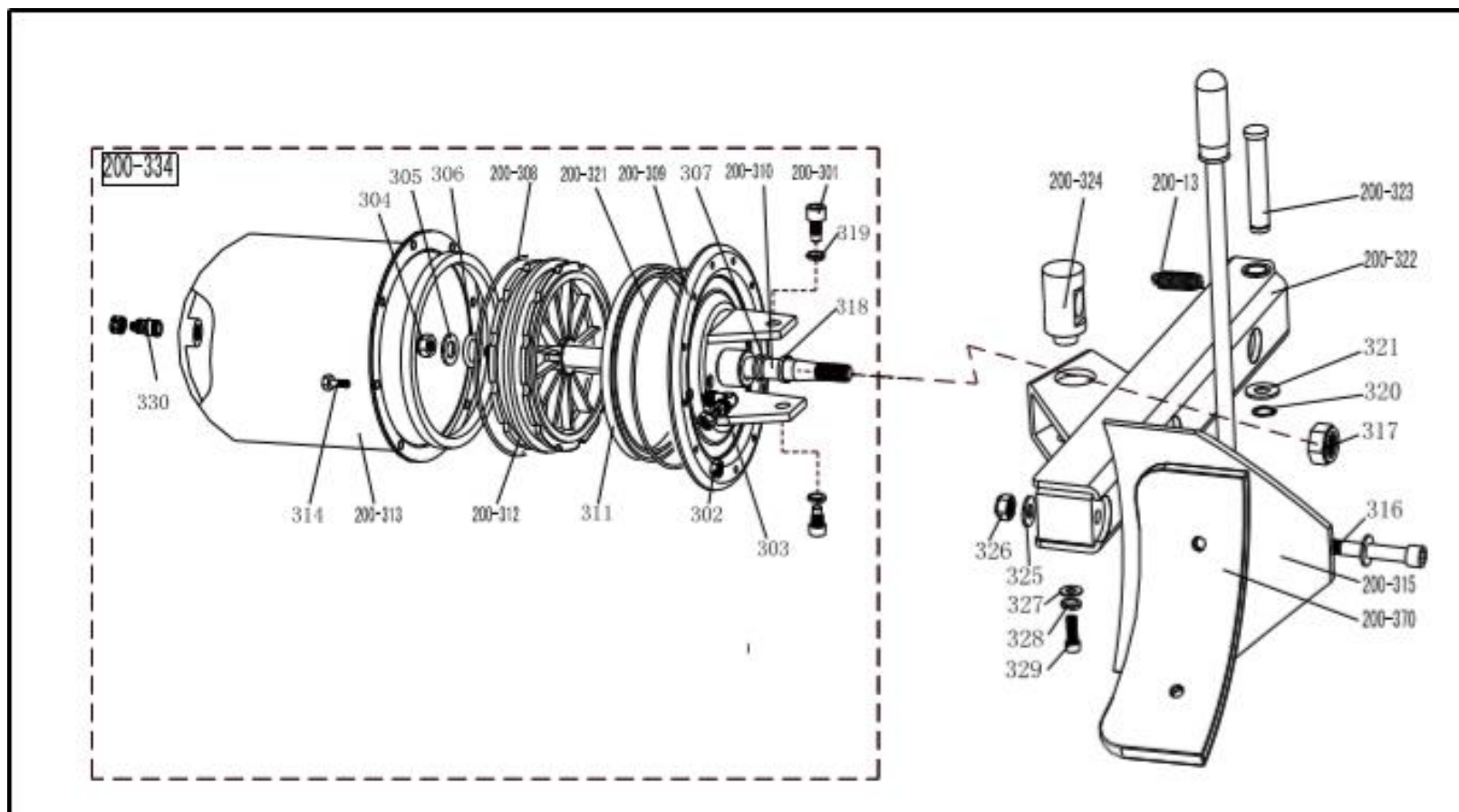


Figura 2.2 Explosionado del conjunto de destalonamiento

316	Tornillo cabeza hexagonal M12X90	350	Válvula de escape cilindro rompedor cuentas
317	Tuerca autoblocante M16X1.5	351	Unión (90°) 1/8-Ø8
318	Correa de guía	352	Tapa de válvula de escape
200-370	Cubierta protección rompe virutas	353	Arandela de sello
200-301	Tornillo cabeza hexagonal M14X30	200-13	Resorte de brazo rompedor de cuentas
302	Tuerca autoblocante M16	319	Arandela elástica Ø14
303	Unión (90°) 1/-Ø8	320	Anillo de retención Ø16
304	Tuerca M16X1.5	321	Arandela plana
305	Arandela plana Ø16X28X2	200-321	Junta tórica Ø173.4X5.3
306	Junta tórica Ø16X2.65	200-322	Brazo rompedor de cuentas
307	Junta tórica Ø20X2.65	200-323	Perno rompedor de cuentas
200-308	Junta tórica 180x5	200-324	Pasador giratorio del cilindro interruptor
200-309	Conjunto de tapa de cilindro del rompedor de cuentas	325	Arandela plana Junta tórica Ø12X24X2
200-310	Vástago pistón cilindro	326	Autoblocante M12
311	Sello en V 185X168X11.5	327	Arandela plana Ø8X30X3
200-312	Pistón del cilindro rompedor de cuentas	328	Arandela elástica Ø8
200-313	Barril del cilindro del rompedor de cuentas	329	Perno hexagonal exterior M8X20
314	Perno de cabeza hueca M6X16	330	Unión recta 1/8- Ø8
200-315	Conjunto de pala rompedor de cuentas	200-334	Cilindro rompedor de cuentas completo
200-13	Cuenta resorte del brazo rompedor		

Tabla 2.2 Piezas del conjunto de destalonamiento.

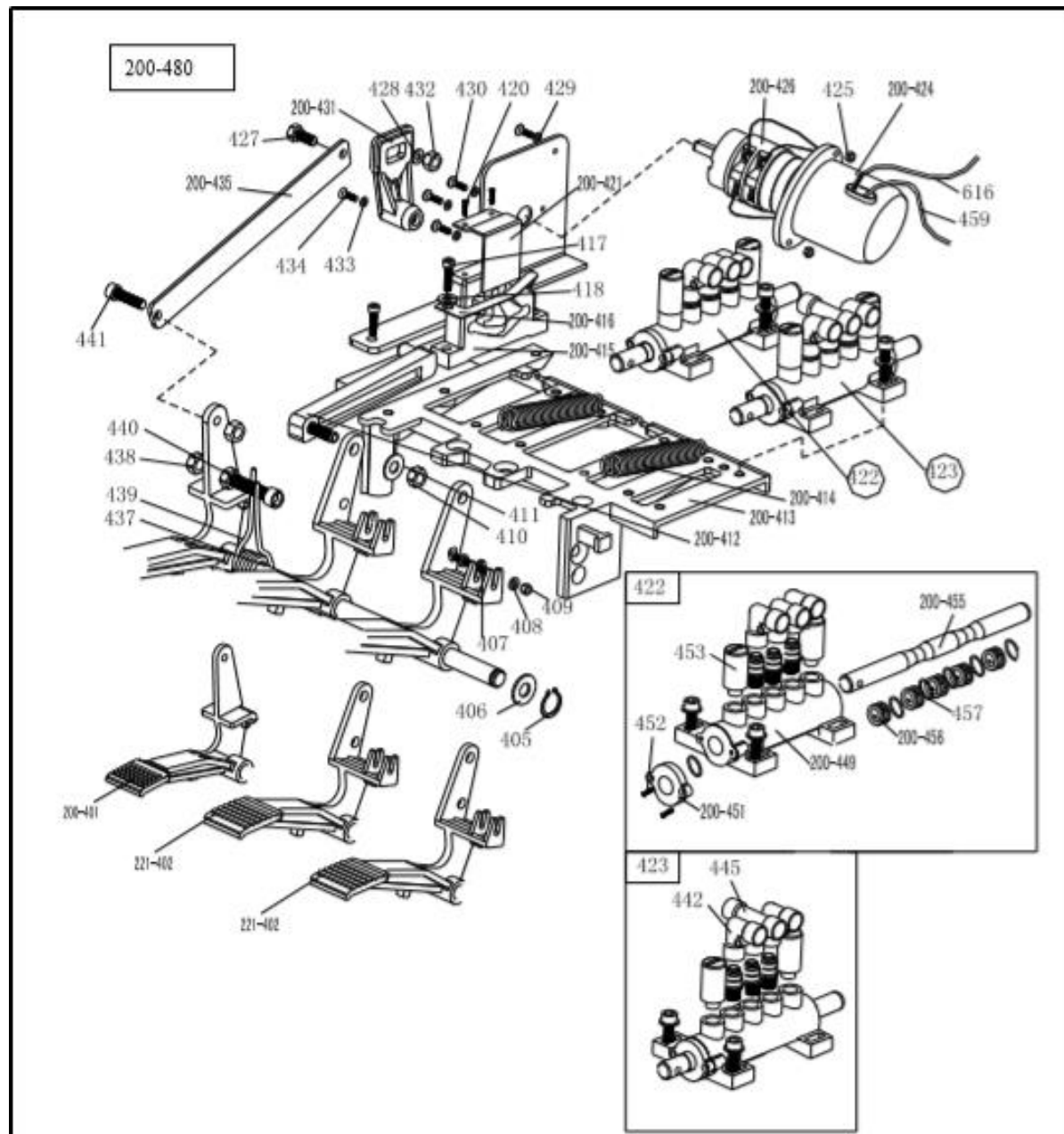


Figura 2.3 Explosionado conjunto Pedalaje

200-401	Pedal marcha atrás	428	Arandela plana Ø6X12X1
221-402	Pedal de válvula de 5 vías	429	Arandela plana Ø4
405	Anillo de retención Ø12	430	Tornillo de cabeza redonda M4X16
406	Arandela plana Ø12X24X2	200-431	Manija del interruptor inverso
407	Tornillo de cabeza cruzada M4X30	432	Tuerca autoblocante M6
408	Arandela plana Ø4	433	Arandela plana Ø3
409	Tuerca autoblocante M4	434	Tornillo de cabeza cruzada M3X18
410	Tuerca autoblocante M8	200-435	Varilla de conexión del pedal
411	Arandela plana Ø8X17X1.5	437	Eje delantero del pedal
200-412	Varilla de conexión de leva	438	Tuerca M8
200-413	Placa de soporte del pedal	439	Resorte helicoidal del pedal
200-414	Resorte del pedal	440	Perno de cabezal hexagonal M8X50
200-415	Leva	441	Tornillo cabeza hexagonal M8X20
200-416	Arandela de leva	442	Unión 1/8-Ø8
417	Tornillo cabeza hexagonal M6	445	Unión en T 1/8-2XØ8
418	Arandela plana Ø6X12X1	200-449	Válvula de 5 vías
420	Tornillo autorroscante de cabeza cruzada	200-451	Cubierta de válvula de 5 vías
200-421	Cubierta de leva	452	Tornillo cabeza cruzada ST2.9X14
422	Válvula de 5 vías completa para sujeción de cilindro	453	Silenciador 1/8
423	Válvula de 5 vías completa cilindro rompedor de cuentas	200-455	Varilla de válvula de 5 vías
200-424	Cubierta del interruptor de marcha atrás	200-456	Espaciador de varilla de válvula de 5 vías
425	Tuerca M4	457	Junta tórica 12X20X4
200-426	Interruptor inverso	459	Cable de alimentación
427	Perno cabeza hexagonal M6X20	616	Cable de motor
		200-480	Conjunto completo de 3 pedales

Tabla 2. 3 Piezas del conjunto de pedalaje

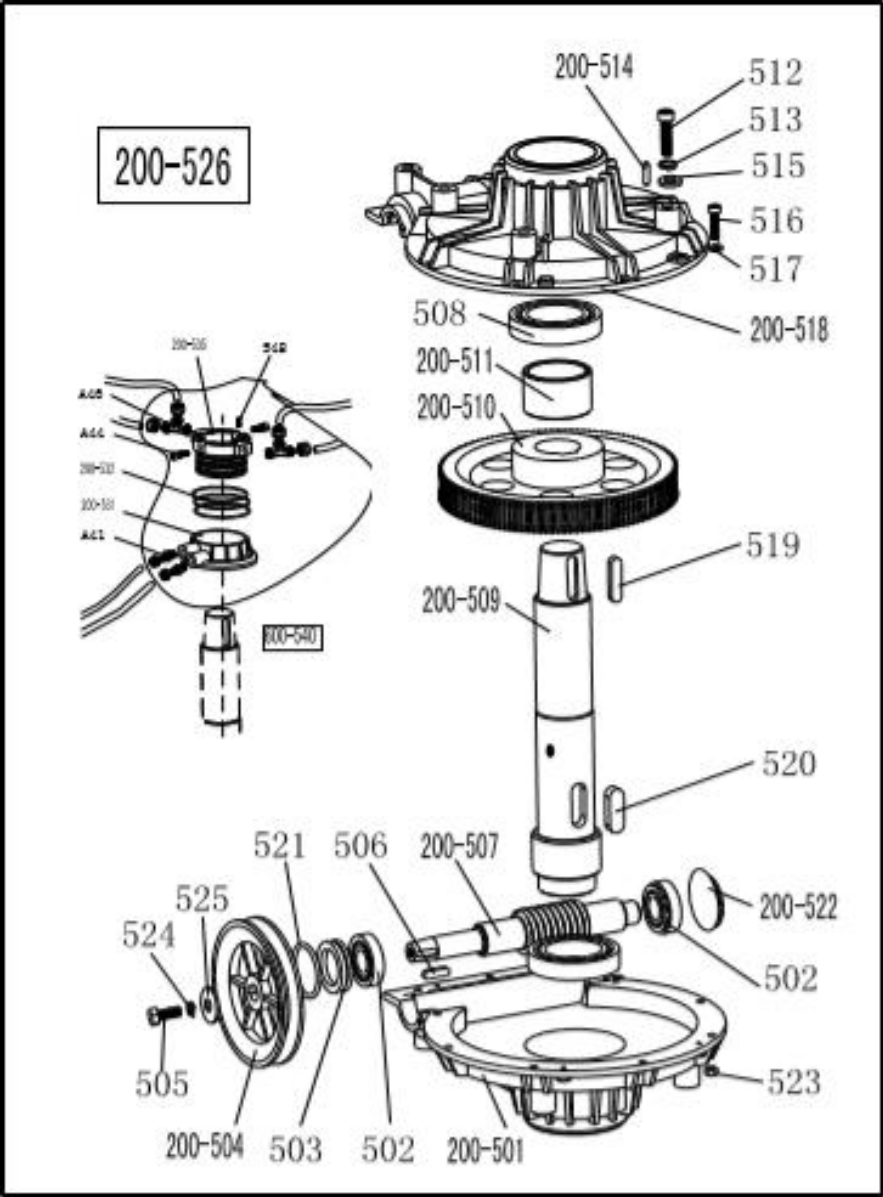


Figura 2.4 Explosionado del conjunto del eje rotor

200-501	Cubierta inferior	200-514	Pin 6X20
502	Cojinete 30204	515	Arandela plana Ø10X20X2
503	Sello de la caja de engranajes φ20X35X8	516	Perno de cabeza hexagonal M6X20
200-504	Polea de la correa de engranajes	517	Arandela plana Ø6X14X1.2
505	Perno hexagonal exterior M8X25	200-518	Cubierta superior de la caja de engranajes
506	Arandela de llave 6x20	519	Arandela de llave 10X40
200-507	Varilla helicoidal	520	Llave arandela 14X40
508	Cojinete 6010	521	Junta tórica Ø27.8X3.1
200-509	Eje del engranaje helicoidal	200-522	Junta resistente al aceite
200-510	Engranaje helicoidal	523	Tuerca autoblocante M6
200-511	Espaciador del eje del engranaje helicoidal	524	Arandela elástica Ø8
512	Perno hexagonal externo M10X55	525	Arandela plana Ø8X30X3
513	Arandela elástica	200-526	Equipo completo

Tabla 2.4 Piezas del conjunto del eje rotor

A04	Unión en T 3XØ8	200-535	Mandril de válvula giratoria
A44	Perno de cabeza hexagonal M6X16	A41	Unión recta 1/8-Ø8
A46	Unión en T 1/8-2xØ8	548	Tornillo cabeza hexagonal M4X6
200-531	Carcasa de válvula giratoria	600-540	Válvula giratoria completa

Tabla 2.5 Piezas del conjunto del eje rotor

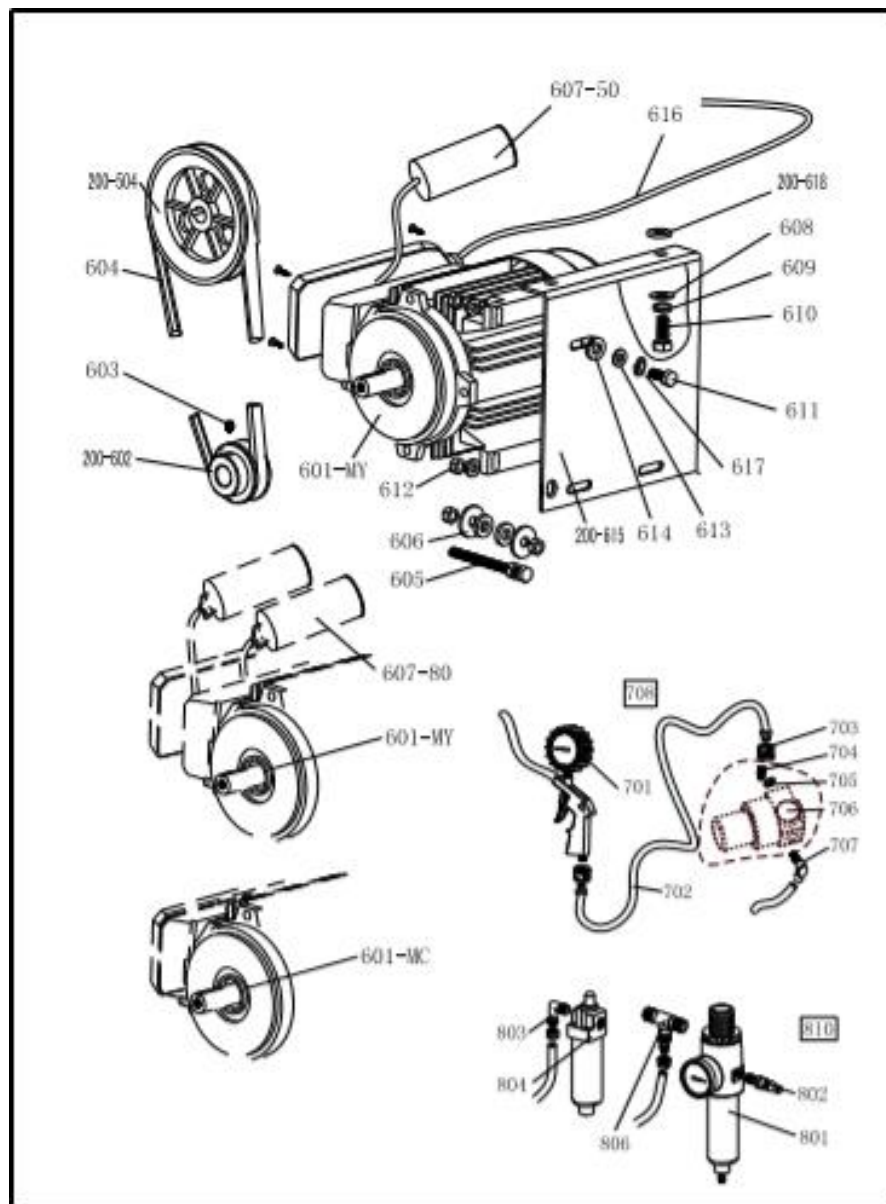


Figura 2.5 Explosionado del conjunto motor y de elementos neumáticos

200-504	Engranaje polea de correa	609	Arandela elástica Ø10
601-MC	Motor 220V/50Hz	610	Perno hexagonal exterior M10X25
601-MY	Motor 220V	611	Perno hexagonal exterior M8X35
200-602	Motor polea de correa	612	Tuerca M8
603	Tornillo cabeza hexagonal M8X12	613	Arandela plana Ø8X22X2
604	Correa del cambiador de neumáticos	614	Arandela de goma del motor
605	Tornillo hexagonal exterior M8X65	200-615	Soporte del motor
606	Arandela plana Ø8X30X3	616	Cable del motor 5X1.0
607-80	Condensador 80µf 110V	617	Arandela elástica Ø8
607-50	Condensador 50µf 220V	200-618	Amortiguador de la goma del motor
608	Arandela plana Ø10X20X2		

Tabla 2.6 Piezas del conjunto motor

801	Filtro de presión de alivio	804	Máquina de nebulización de aceite
802	Boquilla Quich	806	Unión en T 2X41 / 4- Ø8
803	Unión (90°)	810	Máquina completa de nebulización de aceite

Tabla 2.7 Piezas de los elementos neumáticos

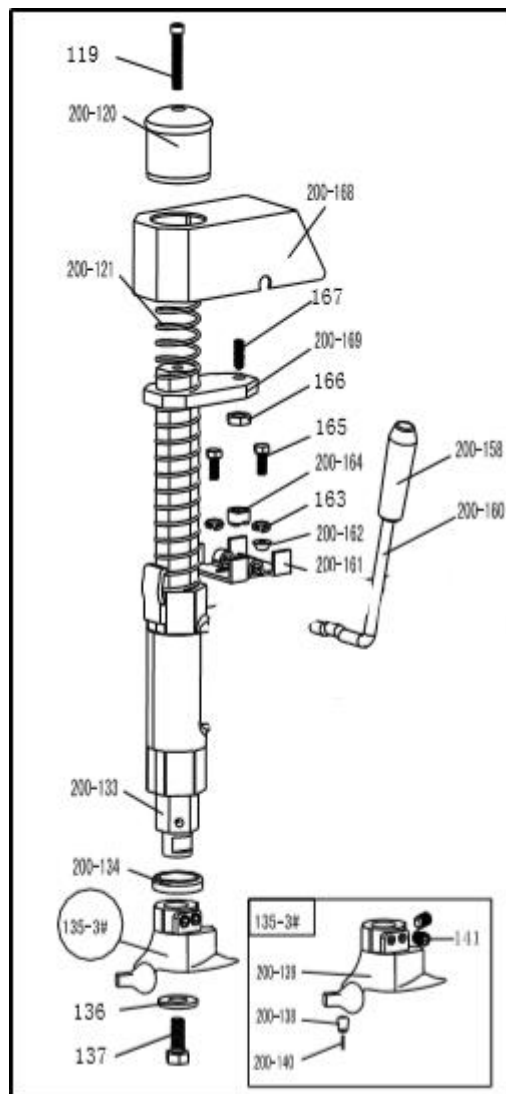


Figura 2.6 Explosionado original del brazo punzonador

119	Perno de cabeza hexagonal M10X50	200-158	Cubierta de la manija de bloqueo
200-120	Tapa de brazo vertical	200-160	Manija de bloqueo
200-121	Resorte de brazo vertical	200-161	Placa de bloqueo
200-133	Brazo vertical	200-162	Tapa del bloque de bloqueo
200-134	Arandela de brazo vertical	163	Arandela elástica $\varnothing 8$
136	Arandela plana de montaje/desmontaje	200-164	Tuerca excéntrica del eje
137	Perno hexagonal exterior M10X25	165	Perno hexagonal M8X25
135-#3	Cabezal de montaje/desmontaje completo	166	Tuerca M12X1.75X7
200-138	Polea del cabezal de montaje/desmontaje	167	Perno de cabeza hexagonal M12X30
200-139	Cabezal del montaje/desmontaje	200-168	Tapa de la placa de bloqueo
200-140	Perno redondo hexagonal	200-169	Placa de bloqueo hexagonal
141	Perno de cabeza hexagonal M12X16		

Tabla 2.8 Piezas del brazo punzonador

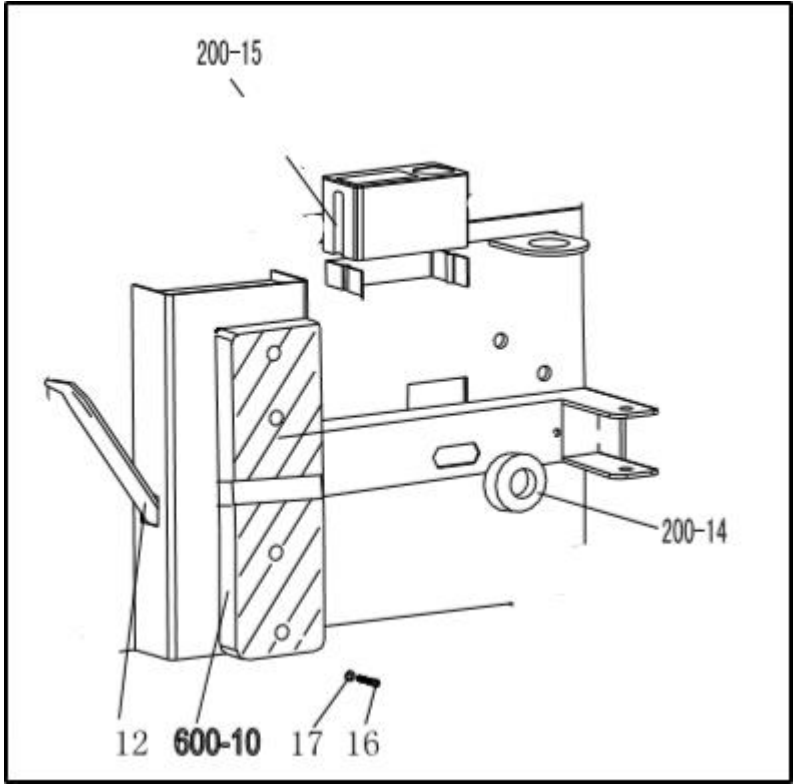


Figura 2.7 Explosionado del conjunto destalonador

600-10	Tampón rompedor de cuentas	200-15	Caja de agua y aceite
12	Palanca de elevación	16	Perno de cabeza hexagonal M8X20
200-14	Brazo rompedor de cuentas de goma	17	Arandela plana Ø8 X17X1.5

Tabla 2.9 Piezas del conjunto destalonador

3 PLIEGO DE CONDICIONES.

3.1	OBJETO.....	71
3.2	AMBITO DE USO.....	71
3.3	NORMATIVA.....	71
3.4	CONDICIONES LEGALES.....	72
3.4.1	Marco jurídico.....	72
3.4.2	Condiciones administrativas.....	72
3.4.3	Condiciones facultativas.....	73
3.4.4	Condiciones económicas.....	74
3.5	MATERIALES.....	75
3.5.1	Hierro dúctil 120-90-02.....	75
3.5.2	Acero inoxidable AISI 304.....	76
3.6	FABRICACIÓN Y MONTAJE.....	76
3.6.1	Peligro de montaje.....	77
3.6.2	Sello CE.....	77
3.7	MANTENIMIENTO.....	77

3.1 OBJETO.

En los siguientes apartados se establecen los criterios y especificaciones técnicas que se deben tener en cuenta a la hora de la fabricación de la herramienta, su posterior montaje y el mantenimiento requerido.

3.2 AMBITO DE USO.

La herramienta diseñada en este proyecto está enfocada al sector mecánico del automóvil, situada en talleres mecánicos privados, que ofrezcan el servicio de desmontaje de neumáticos, más concretamente aquellos que trabajen con asiduidad con neumáticos de gran tamaño, sin llegar a ser del ámbito de grandes vehículos como camiones.

Estos talleres se pueden encontrar en cualquier localidad, generalmente en zonas industriales. La herramienta se encontrará en una nave, por lo que estará cubierta.

3.3 NORMATIVA.

- Instrucciones del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (Normas UNE).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Ley de Industria: 21/1992 - Seguridad y calidad industrial.
- Real Decreto: 1435/1992 - Máquinas, componentes de seguridad. Marcado "CE"
- R.D.: 2486/1994- Recipientes a presión simples.
- RD 1644/2008- Normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Directiva 98/37/CE.
- Directiva 2006/42/CE.
- Normativa interna de la empresa.

En caso de que alguna de las normativas coincidiese, se establecería la más restrictiva de las coincidentes.

3.4 CONDICIONES LEGALES.

3.4.1 Marco jurídico.

El proyecto debe ser ejecutado teniendo en cuenta las leyes vigentes. Recae sobre la empresa ejecutora de proyecto la responsabilidad de la ejecución del proyecto bajo las condiciones de contrato, las condiciones de la documentación de proyecto y las condiciones establecidas en las leyes y normativas anteriormente citadas.

3.4.2 Condiciones administrativas

Contratista

Tienen la posibilidad de ejercer los contratistas cualesquiera que esté en posesión de los derechos civiles de acuerdo a las leyes, sociedades y compañías constituidas y reconocidas en España.

No tienen la opción de ser contratista de este proyecto:

- Aquellos que estén en suspensión de pago o con bienes intervenidos.
- Aquellos que hubiesen faltado a sus compromisos en contratos anteriores.

Responsabilidades del contratista

El contratista será responsable de la ejecución del diseño en las condiciones establecidas con anterioridad en el contrato y en aquellos documentos que constituyen el presente proyecto (exceptuando la memoria). Se verá obligado a la eliminación de y reconstrucción de aquello que este mal ejecutado.

Además, el contratista estará obligado a cumplir rigurosamente las leyes de reglamento oficiales, y de demás leyes y disposiciones vigentes durante el trabajo.

Contratos

Serán formalizados a través de un documento privado. Será de cuenta del adjudicatario los gastos que provoquen la extensión de dicho documento.

Accidentes de trabajo

El contratista deberá atender lo dispuesto en la legislación vigente, siendo único responsable de su incumplimiento en el caso de que ocurriera algún tipo de accidente de operarios o ya bien por motivos y durante el proceso de los trabajos de ejecución del diseño.

Por tanto, el contratista se verá obligado a adoptar las medidas de seguridad estipuladas en las leyes atendidas, evitando de esta manera accidentes a obreros.

Si estos accidentes son debidos al incumplimiento del contratista en lo anteriormente citado, sería el único responsable, o en su defecto, sus representantes.

3.4.3 Condiciones facultativas.

Director de obra

Será la persona encargada de interpretar y de ejecutar correctamente el contenido del presente proyecto. Será el director quien resuelva cuestiones referentes a la interpretación de planos, calidad de materiales y todos aquellos problemas que se presenten en el proceso de ejecución de los trabajos referentes al proyecto.

Requisitos

El encargado de montaje deberá poseer un título de igual rango o equivalente a los citados a continuación:

- Técnico superior de mantenimiento.
- Técnico superior de mantenimiento mecánico de maquinaria.
- Técnico superior en desarrollo de proyectos.

Subcontratación

Todo tipo de subcontratación no se podrá realizar sin el consentimiento del director de obra. Previo al consentimiento, se debe realizar una solicitud por escrito, acompañada con la acreditación de que la organización que vaya a realizar dicha labor este capacitada y equipada para su cumplimiento. La aceptación del subcontrato no exime a la empresa encargada de la ejecución de sus responsabilidades contractuales.

Omissiones

En el caso de verse omitidos cálculos y pliego de condiciones o que hubiese descripciones erróneas en los detalles fundamentales para acometer el objetivo propuesto, exime a los ejecutores del presente proyecto de la obligación de ejecutar dichas omisiones. El ejecutor debe exigir al proyectista cualquier responsabilidad derivada de la falta de dichos documentos, cálculos o descripciones indispensables para la ejecución del proyecto.

Responsabilidad

Será responsabilidad del proyectista cualquier tipo de daño que sea debido a un mal diseño o a un fallo de producción.

3.4.4 Condiciones económicas

Definición de precios

Los precios han de comprender a todos los materiales, su transporte, mano de obra y operaciones para ejecutar completamente cada unidad de la herramienta, con arreglo a la buena construcción y a las prescripciones del pliego de condiciones.

Revisión de precios

En el contrato con el cliente se estipula si este tiene derecho a la revisión de precios.

Cláusula

Existirá una cláusula que exprese claramente que el contratista está conforme con el pliego de condiciones.

Pagos

Se establecerán unos plazos de pagos en el contrato y su importe depende de que el director técnico verifique que se ha realizado el proyecto según lo establecido.

Rescisión de contrato

Serán causas suficientes de rescisión de contrato:

- Muerte del contratista o incapacidad del mismo.
- Quiebra del contratista.

- Alteraciones del contrato debidas a modificación del proyecto en al menos un 15%, no dar comienzo a la ejecución en los plazos estipulados o su abandono y la ejecución con mala praxis.

Obra mal ejecutada

En caso de que el director de obra estime que las unidades sean defectuosas y no cumplen lo estipulado en el contrato serán desechadas y no pagadas. En el caso de que el director estime que dichos defectos de ejecución son admisibles, puede proponer a sus superiores la aceptación de las unidades con una rebaja de precio.

3.5 MATERIALES.

A continuación, se informa sobre aspectos técnicos más importantes de los materiales seleccionados.

Todas las partes que estén en contacto unas con otras deberán tener un buen acabado superficial para evitar deformidades. Además, las caras externas deben estar esmaltadas para evitar el acceso de sustancias que puedan dificultar el funcionamiento o el mantenimiento de la herramienta.

3.5.1 Hierro dúctil 120-90-02

Se selecciona este material para los elementos que no requieren de un gran acabado. Además, también se ha seleccionado dicho material debido a la capacidad que permite la soldadura del mismo y su precio relativamente bajo con sus posibles sustitutivos.

Propiedades físicas

- Densidad: 7.2 g/cm³
- Límite elástico: 621 MPa
- Resistencia a tracción: 827 MPa
- Módulo de elasticidad: 176 GPa
- Elongación: 2%

3.5.2 Acero inoxidable AISI 304.

La selección de este material para los ejes es debido a su ajuste y buen acabado, debido a que estos elementos actúan en los pasantes de las piezas de hierro dúctil y deben permitir el giro sobre su eje, posibilitando de este modo el movimiento. También se selecciona por su gran durabilidad.

Propiedades físicas

- Densidad: 7.93 g/cm³
- Resistencia a tracción: 1100 MPa
- Módulo de elasticidad: 210 GPa

3.6 FABRICACIÓN Y MONTAJE.

La fabricación y montaje tendrán lugar en la propia empresa llegando al cliente el producto completamente finalizado y sin la necesidad de realizar un montaje adicional en el propio taller.

El montaje consiste en la soldadura, con una arista de 3 mm, de todas las piezas fijas que no requieren movimiento. Se empieza con la soldadura de la coraza de la cabina con los elementos interiores de la misma (pedales, motor, etc.) ya posicionados.

Una vez se encuentra la cabina estable procedemos a soldar la base del pie y el propio pie con su tope superior y el apoyo del brazo principal.

Ya no será necesario más soldaduras. El siguiente paso es la colocación del eje que sujetara el brazo principal y los que sujetan el cilindro, consiguiendo de dicho modo la unión del brazo principal con el pie de la herramienta, a través del eje y del primer cilindro.

Para finalizar a través del segundo cilindro y nuevamente haciendo pasar los ejes por los pasantes presentes den los apoyos soldados en los brazos uniremos el brazo secundario con el primario y se verá de dicho modo completado el montaje de la herramienta.

Posteriormente se embala y se transporta al destino.

3.6.1 Peligro de montaje.

Durante el montaje existe una serie de peligros a tener en cuenta. Los principales son los peligros mecánicos como peligro de aplastamiento, atrapamiento y corte. Y peligro por materiales y sustancias debidos principalmente a la utilización de soldadura en el montaje. Esta puede provocar generación de humos, incendio, explosión.

Para evitar estos peligros los trabajadores se deben regir a las normas de seguridad anteriormente citadas, obligándoles a una serie de medidas preventivas y el uso de los elementos de protección individual reglamentarios (cascos, gafas, botas de seguridad, protección de la cara, etc.).

3.6.2 Sello CE.

Declaración de que la herramienta cumple los requisitos de seguridad. Llevará las siguientes indicaciones:

- Nombre y dirección del fabricante.
- Designación de la máquina, serie y modelo.
- Número de serie.
- Año de fabricación.

3.7 MANTENIMIENTO.

La máquina una vez entregada al cliente debe seguir una serie de normas para su perfecto funcionamiento, seguro y eficiente.

La herramienta debe encontrarse en un lugar con el suficiente espacio para que el operario lleve a cabo su trabajo. A consejo del fabricante se recomienda que la desmontadora de ruedas se encuentre en un espacio mínimo de forma rectangular y medidas.....

Deberá llevarse un proceso periódico de limpieza para evitar posibles atascos de los ejes y una revisión del fluido neumático para que los cilindros tengan un buen rendimiento.

Es importante mantener una correcta lubricación de partes móviles como son los rodamientos y los ejes. Esta lubricación debe hacerse de manera periódica.

En caso de fallo debido a una falta de mantenimiento la empresa no se hace responsable.

4 ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO.

Una vez finalizado el diseño y habiendo validado su funcionamiento sin problemas de rotura o semejantes, el siguiente paso sería realizar un prototipo.

Como este tipo de proyecto no requiere de realizar un prototipo se realizará un estudio de cuanto sería el valor económico de dicha herramienta.

Para realizar el presupuesto se deben tener en cuenta diversas cuestiones. Los rodamientos, los cojinetes de cabeza de biela y los cilindros, son elementos que se compran a proveedores, su valor está determinado por estos. Por otra parte, la estructura, brazo y cabina, se basará en el estudio de volumen de la misma y con una comparación con su precio por kilogramo determinaremos el precio de la misma. Esto mismo ocurre con los ejes.

En la siguiente tabla se muestra el valor económico de la estructura, con el precio del hierro fundido y los ejes, con el precio del Acero inoxidable.

	ELEMENTO	PESO	PESO +10%	CANTIDAD	PESO TOTAL	PRECIO	TOTAL
ESTRUCTURA							194.23 €
Cabina	Lateral	5.629	6.192	2	12.384	4.03€/Kg	49.91 €
	Trasera	2.804	3.084	1	3.084		12.43 €
	Frontal	1.977	2.175	1	2.175		8.76 €
	P. Pedales	0.529	0.582	1	0.582		2.35 €
	Superior	4.193	4.612	1	4.612		18.59 €
Pivote	Frontal	0.283	0.311	2	0.311		1.26 €
	Lateral	0.260	0.286	1	0.286		2.20 €
	Lateral Suj.	0.269	0.296	1	0.296		1.19 €
	Cabeza	0.036	0.040	1	0.040		0.16 €
Resto	Base	0.023	0.025	3	0.076		0.31 €
	Apoyo	0.540	0.594	1	0.594		2.39 €
	Brazo prin.	16.458	18.104	1	18.104		72.96 €
	Apoyo cil. I	0.049	0.054	2	0.108		0.43 €
	Brazo sec.	4.652	5.117	1	5.117		20.62 €
	Apoyo cil. II	0.075	0.083	2	0.165		0.67 €

	ELEMENTO	PESO	PESO +10%	CANTIDAD	PESO TOTAL	PRECIO	TOTAL
EJES							0.75 €
	Eje 1	0.009	0.010	1	0.010	5.97€/Kg	0.06 €
	Eje 2	0.032	0.035	1	0.035		0.21 €
	Eje 3	0.009	0.010	1	0.010		0.06 €
	Eje 4	0.039	0.043	1	0.043		0.26 €
	Eje 5	0.018	0.020	1	0.020		0.12 €
	Eje 6	0.006	0.007	1	0.007		0.04 €

Una vez calculado el precio de estos elementos con un ligero incremento de peso pues las piezas no se compran tal y como se incorporan a la herramienta. En estos casos se pide el material al proveedor y después se le realiza un mecanizado para obtener la forma deseada. Estos mecanizados se realizan en talleres especializados con una determinada cuota por hora. Según la complejidad de nuestras piezas se estima un tiempo de mecanizado de 5 horas. El precio por hora de un taller mecánico es de media de 50 € por hora. Por tanto, nuestro precio total se elevará 250 €.

Por último, los elementos que vienen de un proveedor tendrán los siguientes costes:

	NOMBRE ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CILINDROS		2	66.62 €	133.24 €
RODAMIENTOS				49.52 €
	Rodamiento 129-TVH	2	7.41 €	14.82 €
	Rodamiento 126-TVH	3	6.56 €	19.68 €
	Rodamiento 1200-TVH	2	7.51 €	15.02 €

El precio del conjunto de los elementos que debemos comprar a nuestro proveedor externo (RS Components en el caso de los cilindros y RDC smart solutions en la compra de rodamientos) es de 182,76 €.

Es importante destacar que se hace el presupuesto en base a un solo prototipo. Si el proyecto ve viabilidad estos elementos citados anteriormente se comprarían en grandes cantidades lo cual correspondería con una rebaja del coste por unidad de estas piezas.

Estableciendo el precio de las partes internas de la cabina como es el motor los ejes y los pedales los mismos que en el caso de la desmontadora de ruedas sobre la que se basan las modificaciones, se estima que el valor sería de 250 € a los que se le suman el precio del operario que monta la máquina. El montaje se estima sobre las 12 horas de trabajo a 10 €/h corresponden a un gasto de 120 €.

Por lo que la herramienta diseñada, ya como producto finalizado, tendría un presupuesto de prototipo estimado de 997,74 €.

5 BIBLIOGRAFÍA

Catálogo:

- Twin Busch TW X-610 Basic Line Reifenmontagemachine.
- Catálogo SMC European Bes Pneumatics 2.

Libros:

- “Neumática”. Serrano Nicolás, Antonio. Editorial: Paraninfo, 1996.
- “Aplicaciones de la neumática en fabricación, manipulación y montaje.” Borrego, José Luís. Editorial: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 1996.
- “Elementos de máquinas” K. H. DECKER

Webgrafía:

- http://www.fundicionesderoda.es/wp-content/uploads/2013/02/EQUIVALENCIAS_ESPECIFICACIONES.pdf
- <https://www.twinbusch.es/>
- <https://www.grupo-bosch.es/>
- <https://iberisasl.com/project/hofmann-megaplan-alineadoras-de-direccion-equilibradoras-desmontadoras/>
- <http://ibermetal.es/metales/hierro/>
- <https://ingemecanica.com/tutoriales/materiales.html#tabla7>
- https://www.rdc-ss.com/tienda/tecnologia-rotativa-y-lineal/rodamientos/p/1_8_3_1_1/1/atr/-_30_-_/
- <https://es.rs-online.com/web/p/rodamientos-de-cabeza-articulada/2639161/>
- <https://es.rs-online.com>
- <http://www.matweb.com/search/datasheettext.aspx?matguid=c19780ad6f004b5d96825873abbb72a2>
- <http://www.matweb.com/index.aspx>
- <https://www.contratos.gov.co/consultas/inicioConsulta.do>

6 ANEXOS

6.1	MEMORIA.....	84
6.2	PRESUPUESTO.....	87

6.1 MEMORIA.

Cálculo de soldadura

Para el cálculo de soldadura entendemos a una de las zonas críticas en la que representamos las fuerzas y momentos que aparecen en mencionada zona.

$$\bar{F} = 2500 \text{ N}$$

$$\bar{M} = 2762.5 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\bar{P} = 21.1 \text{ N} \quad \text{y} \quad \bar{M}' = 8.8662 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Estas dos últimas fuerzas las despreciamos pues su valor es muy bajo en comparación con las anteriores.

$$N = F * \sin 75 = 2414 \text{ N}$$

$$V = F * \cos 75 = 647 \text{ N}$$

$$M = V * h = V * 396 \text{ mm}$$

A partir de las siguientes formulas debemos calcular las tensiones de Von Misses.

$$A = a * l = 50\text{mm} * a$$

$$W = A * \frac{l^2}{e} = 50^2\text{mm}^2 * \frac{a}{5\text{mm}}$$

$$T_n = 0$$

Esta T_n es nula pues no hay cargas perpendiculares al plano.

$$N \Rightarrow \frac{N}{A} = \frac{48.3}{a} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$M \Rightarrow \frac{M}{W} = \frac{512.42}{a} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$V \Rightarrow \frac{V}{A} = \frac{12.94}{a} \frac{N}{mm^2}$$

Sacamos ahora las tensiones:

$$\sigma_t = (N + M) * \sqrt{2}/2 = \frac{396.49}{a} \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_t = \tau_t \text{ pues } T_n = 0$$

$$\tau_{//} = V = \frac{12.94}{a} \frac{N}{mm^2}$$

Ahora ya podemos calcular Von Misses:

$$\sqrt{\sigma_t^2 + 3 * (\tau_t^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{fu}{Bw * \gamma m2} * Bw$$

Siendo $fu=800 \frac{N}{mm^2}$ la tensión en rotura, $\gamma m2=1.25$ coeficiente de reducción y $Bw=0.83$.

Esta fórmula pertenece al euro código y es la comprobación de la soldadura.

También

$$\sigma \leq \frac{fu}{\gamma m2} \text{ Se cumple siempre salvo rara excepción}$$

Atendiendo a la fórmula de Von Misses tenemos:

$$\frac{790.3}{a} \leq 771.08 \quad a \geq 1.02 \text{ mm}$$

Según las recomendaciones de soldadura, y teniendo en cuenta el espesor de nuestra chapa, seleccionamos una soldadura de 3 mm de garganta que cumple con lo calculado y con los limites recomendados que se encuentran entre 3.5 mm y 2.5 mm.

Usaremos esta longitud para todas las chapas de la herramienta.

Cálculo de apriete de tornillos

El lugar principal donde emplearemos tornillos es en la unión de la carcasa del motor con la chapa de la cabina. Usaremos tornillos de métrica M8 para aprovechar los orificios de la carcasa original del motor.

$$M8 \Rightarrow \varnothing = 6.75 \text{ mm}$$

La calidad del tornillo 6.8.

$$\text{Comprobación cortante. } F_{v,Rd} = n * 0.5 * f_{ub} * \frac{A}{\gamma_{M2}} = 7034.88 \text{ N}$$

Donde n son los planos de cortante, f_{ub} es la tensión máxima de tornillos= $480 \frac{N}{mm^2}$
A es el área del tornillo= 36.64 mm^2 y $\gamma_{M2} = 1.25$ el coeficiente de minoración.
Tenemos cuatro tornillos en esta sección.

$$F_d \leq \text{Numero de tornillos} * F_{v,Rd} = 28139.52 \text{ N, fuerza cortante que resiste}$$

$$\text{Comprobación de aplastamiento. } F_{b,Rd} = 2.5 * \alpha * f_u * d * \frac{T}{\gamma_{M2}} = 38750.4 \text{ N}$$

Donde d es el diámetro nominal del tornillo= 8mm, $f_u=621 \text{ N/mm}^2$ la tensión máxima del hierro de la chapa, T es el espesor de 5 mm y el coeficiente $\alpha = \frac{f_{ub}}{f_u} = 0.78$.

Por tanto, la fuerza de aplastamiento que resiste es:

$$F_d \leq \text{Numero de tornillos} * F_{b,Rd} = 155001.6 \text{ N}$$

Por último, debemos realizar una comprobación de tracción y ver cuál es la fuerza de tracción máxima que resiste:

$$F_t = 0.9 * f_{ub} * \frac{A_s}{\gamma_{M2}} = 12662.78 \text{ N}$$

$$F_d \leq \text{Numero de tornillos} * F_t = 80651.14 \text{ N}$$

Se ha comprobado que con tornillos de métrica M8 las fuerzas que resiste son muy elevadas, y no sobrepasan los esfuerzos a los que se someterá la herramienta. Por tanto, serán estos tornillos una buena elección para la unión.

Cálculo de fuerza de los cilindros

De entre los cilindros presentes en el catálogo, se debe seleccionar los de 100 mm de carrera y que de esta manera pueda cubrir todos los puntos de la trayectoria, espacio deseados. Por diseño seleccionaremos una serie de cilindros neumáticos redondos, pero debemos comprobar la fuerza de los mismos.

$$F_{cilindro} = Sup_{\acute{u}til} * Pres_{aire}$$

En la máquina original se trabaja con 10 bar, será la misma en este proyecto.

Modelo	$Sup \frac{\pi * \phi_{embolo}^2}{4}$	Precio	Fuerza
1	12.56 cm ²	73.56 €	125.66 N
2	3.14 cm ²	71.34 €	31.42 N
3	2 cm ²	60.2 €	20 N
4	4.91 cm ²	49.6 €	49.1 N
5	3.14 cm ²	66.62 €	31.42 N
6	3.14 cm ²	57.6 €	31.42 N

Tras el diseño descartamos el modelo 4 pues no tienen conexión métrica y el 4 por su precio. Como cuando actúa el cilindro la fuerza del desllantado no está presente solo tenemos en cuenta que tiene que tirar del peso del brazo que como máximo es de 23.3 N en el eje del cual tiene que tirar el cilindro. Consideramos el modelo de cilindro 6 como adecuado.

6.2 PRESUPUESTO.

A continuación, se muestran imágenes de la búsqueda de los elementos que se solicitan a los proveedores, es decir, los cilindros y los rodamientos.



Figura 6.2.1 Página de venta del cilindro neumático FESTO¹⁹

¹⁹ Figura 6.2.1 <https://es.rs-online.com/web/p/actuadores-redondos-neumaticos/1214745/>



Figura 6.2.2 Web de compra de rodamiento



Figura 6.2.3 Web de compra de rodamiento



Figura 6.2.4 Web de compra de rodamiento

Cálculo de masa

El cálculo del peso de las piezas se hace automáticamente con el programa inventor. El comando iproperties ofrece una variedad de propiedades de cada pieza entre las que se incluye el peso de la misma.

Cálculo de mecanizado y de horas de trabajo

El valor que corresponde tanto al mecanizado de las piezas, como a las horas de trabajo se ha establecido a partir del precio estipulado según la empresa experta en mecanizado y montaje Industrias Jacinto Herrero en el polígono de Guarnizo, Cantabria. Estableciéndose como precio de mecanizado 50 €/h y de montaje 10 €/h. el tiempo de mecanizado y montaje también se estipula según la experiencia de dicha

Figura 6.2.2 https://www.rdc-ss.com/tienda/tecnologia-rotativa-y-lineal/rodamientos/rod-oscilantes-de-bolas/rodamiento-1200-tvh-fag/1/p/1_8_3_1_1/atr/10_-_-_-/

Figura 6.2.3 https://www.rdc-ss.com/tienda/tecnologia-rotativa-y-lineal/rodamientos/rod-oscilantes-de-bolas/rodamiento-129-tvh-fag/1/p/1_8_3_1_1/atr/9_-_-_-/

Figura 6.2.4 https://www.rdc-ss.com/tienda/tecnologia-rotativa-y-lineal/rodamientos/rod-oscilantes-de-bolas/rodamiento-126-tvh-fag/1/p/1_8_3_1_1/atr/6_-_-_-/

empresa y la estimación de su plantilla experta en dicho campo. La empresa considera que el tiempo total de mecanizado será de 5 horas y el de montaje de 12.